SCELTA BIBLIOTECA
DELL'
INGEGNERE CIVILE

VOLUME DECIMOTERZO

ARCHITETTURA

IDRAULICA

OVVERO

ARTE DI CONDURRE, INNALZARE E REGOLARE LE ACQUE
PEI VARJ BISOGNI DELLA VITA

DI

BERNARDO BELIDOR

COMMISSARIO PROVINCIALE D'ARTIGLIERIA, R. PROFESSORE DI MATEMATICHE
ALLE SCUOLE DELLO STESSO CORPO, MEMBRO DELLE ACCADEMIE REALI DELLE
SCIENZE D'INGHILTERRA E DI PRUSSIA E CORRISPONDENTE DI QUELLA DI PARIGI

CON NOTE ED AGGIUNTE

IN SEGUITO A QUELLE

DI NAVIER

INGEGNERE NEL CORPO REALE DI PONTI E STRADE

VERSIONE ITALIANA SU L'ULTIMA EDIZIONE FRANCESE

DI

BASILIO SORESINA

DOTTORE NELLE SCIENZE FISICHE E MATEMATICHE

PARTE II.ª — TOMO II.º

MANTOVA
PRESSO GLI EDITORI
1839.

PREFAZIONE DELL'AUTORE

Quantunque il primo volume di questa seconda parte sia accompagnato da una prefazione che ne offre un'idea generale, mi è sembrato necessario esporre al principio di questo ciò che contiene di più interessante, onde mostrare che non solo vi si troveranno i soggetti che promisi di trattare, ma anche varj altri del pari istruttivi che possono contribuire a rendere completa quest' opera.

Essendosi divisa la prima parte in quattro libri, si è seguita la stessa divisione per la seconda, onde rinchiudere in ciascuno di questi libri le materie che avevano più legame fra loro; quindi dopo aver compreso nel primo e nel secondo quanto spetta alle chiuse, principalmente quelle che corrispondono al mare, abbiamo rinchiuso nel terzo e nel quarto che formano l'oggetto di quest'ultimo volume, la costruzione di tutte le altre opere annunciate soltanto nei precedenti.

Il terzo di questi libri che appartiene alle piazze marittime, comincia con una dissertazione sul flusso e riflusso del mare, onde conoscerne bene gli effetti per innalzare nell' Oceano opere di entità. Questa dissertazione è seguìta da una descrizione storica dei porti più celebri, stabiliti dagli antichi e dai moderni, da cui si deducono le qualità necessarie a quelli che si vorranno costruire perchè sieno perfetti, ed il modo di correggere i difetti degli altri che non hanno lo stesso vantaggio.

Siccome una parte così vasta non poteva essere trattata convenientemente senza cognizioni acquistate con lunga ed illuminata esperienza, ho anche trovato nel signor De Caux, tutti i soccorsi che io poteva aspettarmi dal suo zelo per gl' interessi di Sua Maestà ch' egli ha principalmente in vista, senza parlare dell' amicizia che ci unisce da lungo tempo. Debbo anche molto alla lettura di un manoscritto su la proprietà dei porti di mare, presentato al re Filippo V da Flobert, ingegnere in capo al servizio della Spagna, tanto conosciuto per le brillanti operazioni che lo distinsero nelle ultime guerre d' Italia ed altrove.

Avendo poi accompagnato con piante geografiche le descrizioni di alcuni porti antichi, debbo aggiugnere che sono si formate su quello che hanno scritto i migliori autori; che se sembrassero differire in qualche cosa dalle reliquie che ancor ne restano, non si può che attribuire ai cangiamenti fatti dal mare su le coste adiacenti. Per esempio coloro che conoscevano Cartagine non troveranno più la nuova Cartagine nella situazione in cui era quando Scipione la conquistò, simile alla pianta che ne riporto. Questa città era allora in una penisola unita alla terraferma con una sola lingua di terra, mentre ora questa penisola è confusa con la costa di Spagna pei successivi interrimenti cominciati fino d' allora nella parte del golfo che si chiamava lo Stagno. Si troverà del pari che il famoso porto del Pireo che era congiunto alla città d'Atene con due lunghe muraglie, non corrisponde al picciolo intervallo che si trova fra queste due città su la tavola, perocchè si avrebbe dovuto occupare molto spazio puramente perduto; mi lusingo che si farà la stessa considerazione per le altre piante che do, non avendole presentate che per fissare l' immaginazione di coloro cui non sarà discaro avere un' idea di questi porti così vantati nella storia.

V' ha una certa erudizione propria di ciascuno stato, di cui ho fatto un tentativo per inspirarne il gusto, rendendo interessanti le cose che potevano esserne suscettibili, onde alimentare l' attenzione della lettura di una materia per sè stessa molto arida, e di cui non si conosce il pregio se non a misura che si trova nella necessità di usarne; allora si scopre l' importanza di un gran numero di dettagli che fuori di questo potrebbero sembrare insipidi. Tali sono quelli ond' è pieno questo libro su la costruzione dei moli di diversa specie e dei forti per sostenerli e difendere la rada. Siccome la condotta che si tiene nello stabilire le opere nei porti dell' Oceano è diversa da quella che si segue sul Mediterraneo, relativamente alla natura di questi mari, si troverà qui riguardo a questi primi porti gli sviluppi di tutto ciò che è stato eseguito a Dunkerque di più rimarchevole come ho promesso nel precedente volume, dopo di che si

passa a tutto ciò che appartiene a quelli del Mediterraneo cominciando dal-l'uso delle macchine che s'impiegano per nettarli in difetto di chiuse di cacciata. S'insegna il modo di piantare i moli a pietre perdute; di fondare ogni specie di opere in fondo all'acqua senza ture ed esaurimenti, ad imitazione delle opere più rimarchevoli eseguite a Tolone che ho scelto pel Mediterraneo come Dunkerqne per l'Oceano, senza trascurare gli esempj che mi possono offrire gli altri porti d'Europa. Debbo chiamarmi felice di aver avuto dal signor Milet di Monville ingegnere in capo di Tolone, che è noto aver acquistato su tali costruzioni le cognizioni più peregrine, tutti i soccorsi che la sna capacità era in istato di somministrarmi. Queste opere diverse sono seguite dallo stabilimento delle forme e delle cale per la costruzione dei vascelli nell'uno e nell'altro mare; e questo terzo libro è terminato dall'nso che si può fare del corso delle acque nelle operazioni della guerra di campagna e d'assedio. Molti troveranno certamente questo soggetto degno della loro attenzione per le viste interessanti che vi sono sparse.

Dopo aver parlato dei diversi lavori principali che convengono alle piazze marittime si è compreso nel quarto ed ultimo libro il modo di rendere navigabili i fiumi e di congiugnerli con canali. S'incomincia dalle ricerche su la natura dei fiumi rapporto agli accidenti a cui sono soggetti; vi si dimostrano le riparazioni che si possono fare a questi fiumi col soccorso dei pennelli e delle chiuse; poscia si dà una descrizione dei principali canali di navigazione stabiliti dagli antichi e dai moderni, con massime per formare i progetti di questa specie e ciò che appartiene alla loro esecuzione. Vi s'insegna col maggiore dettaglio la costrnzione delle conche per facilitare la salita e la discesa dei battelli nei luoghi ove vi sono delle cadute, qnella degli acqnidotti, canali derivati, chinse per l'ingresso e l'uscita delle acque, quella dei ponti girevoli propri per le chiuse e pei canali e di quelli di murazione appartenenti alle grandi strade. Finalmente s'insegna il modo di asciugare le paludi e d'irrigare i territorii aridi. Si giudicherà meglio ancora dei soggetti compresi in questo volume, leggendo la tavola delle materie che mostrerà in un colpo d'occhio che non si è trascurato nulla per corrispondere a quanto si deve attendere dalle mie penose e lunghe ricerche.

Per poco che i giovani ingegneri abbiano occasione di mettere in pratica ciò che noi riportiamo, faranno essi nell'Architettura Idraulica dei progressi significanti pel modo con cui l'abbiamo trattata; troveranno i disegni e le perizie che dovranno seguire modificandole per applicarle all'opera di cni tratterassi, essendo difficile d'incontrarne di quelle che non abbiano qualche rapporto con quelle che citiamo. Non sarà un grande vantaggio per

loro l'avere la mente preparata colla cognizione di quanto eseguirono gli uomini più abili, e approfittare anche dei loro errori prevenendo quelli che sarebbero in pericolo di commettere? Il credere di poter fare ogni cosa da sè senza l'altrui soccorso sarebbe vanità ributtante, che se taluni fossero capaci di tale debolezza non avrebbero duopo che di trovarsi abbandonati a loro stessi in circostanze difficili per fare delle umilianti riflessioni.

Me felice se quest'opera adempie lo scopo che mi sono proposto, offrendo ai posteri delle massime atte a migliorare i modelli che vi troveranno! Alla qual cosa giugneranno se considerano che i libri soli non formano grandi maestri e che non possono che metterli su la strada di divenirlo, essendo il restante dovuto all'esperienza. Allora guidati dalle traccie dei loro predecessori potranno eguagliarli almeno e meritare titoli egualmente giusti alla grazia di un re magnanimo che non la negò mai a coloro che concorrono allo splendore del glorioso regno. E che non si deve sperare quando si ottengono per mezzo di ministro illuminato che favorisce egualmente i progressi delle arti della pace e della guerra?

LIBRO TERZO

DELLA COSTRUZIONE DI TUTTE LE OPERE APPARTENENTI ALLE PIAZZE MARITTIME.

CAPO PRIMO

DISSERTAZIONE SUL FLUSSO E RIFLUSSO DEL MARE PER SERVIRE D' INTRODUZIONE AI LAVORI CHE SI FANNO ALLE PIAZZE MARITTIME.

581. Il terzo libro avendo per iscopo la costruzione delle opere che si fanno nel mare per bonificare e difendere i porti, lo comincerò con una dissertazione sul flusso e riflusso di questo fiero elemento, essendo indispensabile la cognizione de' suoi principali movimenti a coloro che sono incaricati di erigere in esso delle opere importanti, poichè soltanto col premunirsi contro i suoi disastrosi effetti, e con una continua attenzione nel profittare dei tempi favorevoli per edificarvi, si perviene a farlo solidamente. Le costruzioni marittime richiedono una grande attenzione per premunirsi e sormontare diversi ostacoli che sopraggiungono tanto fondandole quanto nell' innalzarle sopra le acque. Non basta servirsi vantaggiosamente dei luoghi destinati alla sicurezza dei vascelli e dirigerne gl' ingressi secondo il corso delle maree in guisa che possano manovrare liberamente, bisogna anche per quanto è possibile premunirsi contro i furori di un elemento che rovescia talvolta in poche ore i più solidi edificj; altrimenti è pericoloso il commettere degli errori che fanno piangere le spese gettate. Quindi per la relazione che ha l' architettura idraulica con questo portentoso fenomeno, ho creduto di non poter prescindere dal somministrarne più giuste idee di quelle che hanno coloro che conoscendo poco il mare, avrebbero durata molta fatica ad intendere varj punti di quest' opera in cui si è dovuto far uso del linguaggio tecnico delle cose che vi si trattano.

582. Prima d' entrare in materia è duopo far sapere che nel 1701 l' accademia reale delle scienze, volendo manifestare sempre più il suo zelo in tutto ciò che poteva esser utile alla società in generale, approfittò delle buone disposizioni del conte di Chartrain, di contribuire ai di lei progressi onde impegnare questo ministro a trasmettere agli uomini più abili che si trovassero nei porti di Francia sull' Oceano, una memoria fatta dalla stessa sul modo di osservare il tempo preciso delle maree e la loro altezza nei

novilunj e plenilunj onde vedere il rapporto che avrebbero con le osservazioni astronomiche, e se il flusso e riflusso fossero collegati al corso giornaliero di questo pianeta che si era rimarcato da lungo tempo, ma non con bastante esattezza per conoscere giustamente come regolarsi. Le osservazioni fatte pel corso di un anno e più da Baerte e da Bocage professori d'idrografia, il primo a Dunkerque e l'altro al porte di Grace, furono spedite a Cassini, che dopo averle ben esaminate ne diede nel 1710 il risultato all' accademia con profonde riflessioni che diffusero su questa materia una luce che non ebbe fino allora, facendo vedere in modo evidentissimo tutte le ragioni che possono stabilire l'opinione che la luna sia la principale cagione del flusso e riflusso. Nondimeno, siccome in materia di fisica non si accerta mai abbastanza dei fatti, Cassini ha continuato a dare nel 1712, 1713, 1714 e 1720, una serie di altre memorie fondate sempre su nuove osservazioni esattissime fatte a Brest, a Bajona e nel porto di levante, che confermano le conseguenze dedotte dalle prime, e che lasciano ora minor dubbio che mai che all'azione combinata della luna e del sole si debbano riferire i fenomeni del flusso e riflusso del mare.

Approfittando di queste memorie e delle giudiziose osservazioni comunicatemi da Bouguer e da Caux, mi sono messo in istato di scrivere questo capitolo in cui ho pur fatto menzione di quanto di più ragionevole scrisse Cesare d'Arcons su gli effetti delle maree nel suo trattato del flusso e riflusso del mare, senz'aver riguardo al sentimento di quest' autore su la cagione da esso attribuita ad una regolare oscillazione della terra sul proprio asse dal sud al nord, e viceversa due volte ogni ventiquattr'ore, perocchè i filosofi del suo tempo erano più occupati a stabilire ipotesi che a studiare e seguire l'andamento della natura. Esortiamo d'altronde chi vuole istruirsi di più su quanto dobbiamo a Cassini di leggere quanto scrisse nelle memorie dell'accademia per gli anni da noi citati, non avendo da esser preso quanto segue se non relativamente al mio scopo.

583. Pochi ignorano che il mare partendo dalla Zona Torrida al polo s'innalza due volte ogni giorno su le coste dell' Oceano, ch'esso impiega un po' più di sei ore a giugnere alla sua massima altezza in cui rimane per qualche minuto nel medesimo stato che chiamasi *alta* o *piena marea*; poi si ritira discendendo per altre sei ore fino al suo punto più basso ove rimane pure stazionario per qualche tempo dopo di che risale come prima, e che questi movimenti alternativi sono quelli che si chiamano flusso e riflusso. Si osserverà che per flusso s' intende il moto del mare quando s' innalza e non è ancor giunto alla sua maggiore altezza, mentre per riflusso s' intende la sua azione allorchè discende, avvicinandosi al termine più basso o *bassa marea*.

Siccome ciascuno di questi moti dura un poco più di sei ore, così vi sono più di dodici ore di piene maree consecutive, come fra due basse maree. Per esempio, se è piena marea in un certo porto alle 9 ore del mattino di un dato giorno sarà piena marea la stessa sera un poco dopo le 9 ore, e fra queste due vi sarà una bassa marea verso le ore 3 pomeridiane.

584. Il breve tempo in cui il mare rimane nello stesso stato nell'alta o nella bassa marea unito al di più delle sei ore che impiega a salire o a discendere fanno insieme 48 minuti in ventiquattr'ore; vale a dire che le piene e le basse

maree succedono consecutivamente in ciascun giorno 48 minuti più tardi; quindi nel porto ove abbiamo supposto che fosse piena marea alla nove ore del mattino, nel mattino del domani vi sarà pure piena marea, ma alle nove e 48 minuti. Il giorno seguente sarà ancora 48 minuti più tardi del precedente, e così sempre in seguito. È vero che i venti ed altre cagioni possono turbare la regolarità di questo giornaliero andamento; ma la sua quantità media sarà sempre assai prossimamente 48 minuti che producono 4 ore di ritardo in cinque giorni, d'onde si deduce il metodo di trovara quanto ritardano le maree proporzionatamente in qualunque altro intervallo di tempo; poichè non si ha da fare che una semplice analogia, dicendo: se 5 giorni danno un ritardo di 5 ore nelle maree, quante ne darà un tal altro numero? Per esempio, se trattasi di 8 giorni bisogna moltiplicare il secondo termine 4 pel terzo 8 e dividere il prodotto 32 pel primo 5, e si avranno 6 ore e 24 minuti che dimostrano che in 8 giorni le maree debbono ritardare altrettanto, cioè se in un certo giorno è piena marea a 9 ore del mattino, nel porto di cui parliamo, dopo 8 giorni, sarà piena marea nel porto stesso, 6 ore e 24 minuti più tardi; quindi la piena marea arriverà a 3 ore e 24 minuti dopo mezzogiorno.

585. Il ritardo medio di 48 minuti ogni giorno o di 4 ore in 5 giorni, producendo col ripetersi un ritardo di 12 ore in 15 giorni, vedesi che le maree debbono tornare alle ore stesse ogni quindici giorni con questa sola differenza che quelle del mattino corrispondono a quelle della sera e reciprocamente quelle della sera a quelle del mattino.

Da ciò consegne che quando si vuol trovare di quanto ritardi la marea per un numero di giorni maggiore di 15, non si ha che da prendere il di più; quindi supponendo che si tratti di 25 giorni, bisogna cercare il ritardo di 10 giorni seguendo la precedente analogia che darà 8 ore.

586. Questa successione e questo ritorno delle maree che sono stati osservati in ogni tempo dimostrano nel modo più evidente che il flusso ed il riflusso del mare dipendono non solo dall'azione della luna, ma anche da quella del sole; perocchè se le maree arrivassero precisamente alla istessa ora bisognerebbe cercarne la cagione nel solo moto apparente del sole. Se da un'altra parte il loro ritardo fosse un poco più considerevole e fossero di 12 ore in 13 giorni e tre quarti, ovvero di 24 ore circa in 27 giorni e mezzo; si sarebbe allora in diritto di dire che non dipendono che dalla luna, poichè la durata del suo mese periodico è di 27 giorni e mezzo che è il tempo impiegato da questo pianeta a fare un'intera rivoluzione intorno alla terra da Occidente ad Oriente. Ma le maree non sono già regolate in tal modo non tornando precisamente alle stesse ore che dopo un mese lunare *sinodico*, cioè quando la luna si trova nella stessa posiziona, riguardo al sole; quindi i due pianeti concorrono a questo moto regolare, benchè vi partecipino irregolarmente, della qual cosa non si dubita più dal principio di questo secolo in poi.

587. Se il concerto che sussiste fra le fasi della luna ed il flusso e riflusso del mare, sembra talvolta smentirsi, non è che per pochi giorni e per una cagione puramente accidentale, poichè le maree ripigliano in seguito il primiero loro corso e si assoggettano di nuovo alla loro regola primitiva che continuano a seguire precisamente alle ore stesse, come se anteriormente non avessero sofferto verun turbamento. In questo il moto

delle maree è molto diverso da quello della maggior parte delle macchine che da noi si costruiscono, nelle quali basta alterare una volta l'andamento perchè si risentano sempre dell' alterazione sopraggiunta. Si sono vedute delle tempeste sospendere l' effetto del flusso e del riflusso; vi sono pure degli esempj affatto contrarj di due o tre flussi e riflussi avvenuti in 5 o 6 ore di tempo; ma tale irregolarità è sempre stata passaggera, perocchè la forte dipendenza delle maree coll' azione del sole e della luna ristabilisce ben presto l'ordine facendole accadere alle solite ore. Il seguente fatto prova la verità della nostra asserzione. È avvenuto una volta che le persone incaricate di comporre il libro della conoscenza dei tempi, che l'accademia delle scienze pubblica ogni anno, non vi marcarono con bastante precisione alcuna delle fasi della luna, o per essere caduti in qualche errore di calcolo, o che provenisse da qualche errore di stampa; e quello che è degno di rimarco, si è che se a Parigi si conobbe lo sbaglio fu soltanto per mezzo di quelli che osservavano nei porti di mare l' istante del flusso e del riflusso, i quali si accorsero che alcune maree non si accordaveno come al solito coi moti combinati del sole e della luna, o semplicemente con le fasi di questa.

Sembra maraviglioso che malgrado la grande distanza che esiste fra le nostre coste ed il luogo in cui agisce la cagione delle maree il flusso impieghi così poco tempo a giugnervi; nondimeno cesserà la sorpresa quando si rifletta che la contiguità delle parti dell' acqua fa sì che quelle che hanno ricevuto la prima impressione la comunicano alle più vicine, queste alle altre e così di seguito.

588. Non imprenderemo a discutere se il sole o la luna agiscano sul mare in via di pressione, come pensò Cartesio, o per attrazione come pretende Newton. Il primo suppone che la terra sia inviluppata da un torrente di sostanza eterea o sottile che formi un vortice, i cui limiti si estendano oltre la luna. In questo caso la sostanza del vortice circolando più rapida presso la terra che non all'alto è costretta a passare sotto la luna ove trovandosi premuta fra il di sotto di questo pianeta e la superficie della terra, essa agisce sull' Oceano e costringe le acque di esso a rifluire all' intorno, il che forma il flusso nei nostri porti. Ma la terra continuando il suo moto e non presentando più le stesse faccie, cessa la pressione perchè le acque che si erano allontanate dai tropici tornano ad occupare lo spazio da esse abbandonato. Sulla qual cosa bisogna osservare che questa specie di oscillazione perpetua deve succedere in pari tempo sui due punti della terra diametralmente opposti se vi sono delle acque. Infatti, nuotando in un fluido, il suo luogo è determinato unicamente dall'eguaglianza degl'impulsi della materia che lo circonda, perciò la parte corrispondente alla luna non può essere premuta più delle altre senza che la terra alquanto non si sposti avanzando verso la parte opposta, la quale per quest'azione trovasi compressa dalla sostanza contro cui si appoggia, come lo è la superiore dall'aria che la preme.

589. Newton pretende invece che tutte le parti di materia onde è composto il sistema solare gravitino le une verso le altre secondo la loro massa e nella ragione inversa del quadrato della loro distanza e le assoggetti tutte ad una gravitazione universale ch'egli rende reciproca; quindi ei pretende che il mare s' innalzi sotto la luna e sotto il sole quando passano pel me-

ridiano corrispondente al mezzo dell' Oceano, perocchè, secondo lui, ogni cosa della terra ha qualche grado di gravitazione verso questi due astri, e in pari tempo la nostra tendenza verso la luna è sempre molto più forte, perocchè se questo pianeta è picciolissimo, in compenso è assai meno distante.

Per rendere sensibile quest' ipotesi a chi è soltanto mediocremente versato nella fisica, supporremo che T, Tavola 3, figura Y, rappresenti la terra circondata d'acqua, e che B indichi la luna; allora succederà, come abbiamo esposto, che la parte C dell'Oceano, a cui questo pianeta corrisponde perpendicolarmente, ne sarà più attratto che non saranno tutti gli altri più lontani. All' incontro l'acqua che è in G trovandosi allora alla più grande distanza della luna ne sarà meno attratta di tutto il resto, compreso nell'emisfero E G F; quindi divenendo più leggiero che non era, si gonfierà anche più, d'onde risulta che tutte queste acque insieme formeranno una specie di sferoide avente pel diametro maggiore C G e pel minore E F.

Ora siccome le maree in C ed in G diametralmente opposte succedono entrambe nello stesso tempo, è evidente che seguendo la rivoluzione giornaliera della luna debbono succedere alternativamente l' una e l' altra sotto ciascun meridiano, a 12 ore e 24 minuti d' intervallo, e per conseguenza giugnere due volte in un giorno, perocchè in 12 ore e 24 minusi la luna passa da B in H, ove produce in G gli stessi effetti prodotti in C.

Vedesi che questi due filosofi sono diametralmente opposti nella loro spiegazione, poichè l' uno vuole che l'Oceano si abbassi e formi una cavità sotto questi due pianeti, mentre l' altro pretende che il mare formi una specie di gonfiezza con la sua maggiore convessità; ma tutti e due convengono del pari, malgrado la loro opposizione, che bisogna attribuire questo fenomeno del flusso e del riflusso all'azione del sole e della luna. Del resto non si può rifiutare a Newton che la sua opinione non sia conforme all' esperienza come vi è contraria quella di Cartesio; perocchè nel giorno dei novilunj il mare s' innalza in tutti i porti della Spagna sull' Oceano e su le coste occidentali d'Affrica, a misura che la luna già pervenuta all'orizzonte s' innalza al di sopra ed avanza al pari del sole verso l' alto del cielo. Si può dire lo stesso riguardo a tutti i porti del Mar Pacifico su le coste d' America; vi è piena marea verso le tre ore nei giorni delle sigizie, cioè dei novilunj e plenilunj; invece che dovrebbe essere il tempo delle basse maree volendo stare rigorosamente all' ipotesi di Cartesio. Non entreremo in altre discussioni puramente speculative, poichè importa assai più per lo scopo che mi propongo insistere sui punti di fatto di cui non è lecito trascurare la conoscenza.

590. Per agire coerentemente sappiasi che si chiama *stabilimento delle maree* lungo una costa o in un porto, l' ora in cui è piena marea lungo questa costa o in questo porto il giorno del novilunio e del plenilunio. Siccome importa molto conoscere questo stabilimento per dedurre l' ora delle alte maree in quel tempo che si vorrà, riporteremo alla fine di questo capitolo una tavola dello stabilimento delle maree per le principali coste dell'Europa sull' Oceano, con l' altezza a cui salgono nello stesso tempo. Volendo farne uso, si risovverrà che le maree succedono in ciascun giorno ad ore diverse, che ogni giorno ritardano 48 minuti, e non ritornano alle stesse ore che di 15 in 15 giorni. Siccome la tavola di cui si tratta indica

le maree pei giorni dei novilunj e plenilunj si saprà anticipatamente pel suo mezzo l'ora in cui sarà piena marea in ogni altro tempo, tosto che si avrà riguardo al ritardo che si trova con la regola del tre da noi indicata nell'articolo 584.

Se per esempio, si chiede a quale ora succederà la piena marea a Brest il 13 settembre 1751, bisogna cominciare dal vedere nella tavola qual sia lo stabilimento di Brest; si troverà di 3 ore e 45 minuti. Si consulterà poscia qualche effemeride o semplice almanacco per vedere in qual giorno del mese di settembre succederà il plenilunio, e troverassi che è il giorno 5, senza curarsi dell'ora di questa fase, perocchè mentre un giorno intero sul moto della luna non produce che 48 minuti di ritardo, nelle maree basta conoscere presso a poco il pleniluoio od il novilunio per non commettere verun errore nel calcolo proposto. Resta dunque a sapersi di quanto ritarderà la marea in 8 giorni cioè dal 5 fino al 13. Ma abbiamo trovato che questo ritardo per 8 giorni è di 6 ore e 24 minuti, per conseguenza sarà piena marea a Brest il 13 settembre 1751, non a 3 ore e 45 minuti come il giorno del novilunio e del plenilunio, ma a 10 ore e 9 minuti. Circa la bassa marea dello stesso giorno, siccome deve succedere un poco più dopo sei ore, più presto o più tardi secondo che si vuol avere quella che precede o quella che segue, sarà essa verso le 4 ore tanto del mattino come di sera.

Con questo calcolo si potranno prendere le proprie misure per mettersi in istato di lavorare in quel giorno a qualche opera che non si potesse eseguire che a bassa marea; due o tre giorni dopo si avrà anche maggior comodità, poichè le due maree succederanno verso le 6 ore del mattino e di sera, cioè tutto e due durante il giorno.

591. Un'altra circostanza del flusso e riflusso che interessa particolarmente quelli che sono incaricati della direzione delle opere che si fanno nei porti di mare, è la quantità onde le maree s'inoalzano e si abbassano; circostanza che dipende tanto evidentemente dalla disposizione dei luoghi e dai moti del sole e della luna da essere convinti che essi sono le sole cagioni del flusso e del rifluso nel tempo delle sigizie o dei novilunj e plenilunj. Quando questi due astri sono in congiunzione ed agiscono di concerto, la loro azione combinata avendo allora molto maggior forza produce anche delle maree più grandi, perciò si distinguono dalle altre chiamandole *grosse acque, acque vive, maree massime*, che succedono due volte ogni mese. Osservando che queste acque vive non succedono precisamente nei giorni dei novilunj e dei pleniluoj, ma due giorni dopo perchè il mare acquista durante questo tempo un acceleramento di moto che lo fa salire più alto del solito, benchè la luna si trovi un po' allontanata dal sole o dal punto direttamente opposto ad esso; poscia le maree diminuiscono di giorno in giorno fino al tempo delle quadrature, cioè fino al tempo in cui la luna B si trova allontanata del sole D, 90 gradi; allora sono esse le minori di tutte, perocchè in questo caso non sono più l'effetto delle due azioni riunite del sole e della luna, ma bensì l'effetto della differenza di queste due azioni, e tali maree più deboli si chiamano *acque morte*, che succedono ad ogni quadratura, ovvero sette giorni e mezzo dopo le grandi maree. Si è osservato che in questo tempo il mare s'ionalza d'ordinario un sesto meno che nelle acque vive, e che discende pure un sesto meno, il che fa presso a poco un terzo di differenza.

592. Questo rapporto non è esattamente lo stesso in tutti i porti, il che dipende della diversa giacitura delle terre o dalla maggiore o minor facilità che trova il mare a prendere il suo livello secondo la quantità di cammino che deve fare e secondo che passa per aperture più o meno larghe. Newton ne' suoi Principj Matematici di Filosofia Naturale riferisce che sotto Bristol il mare s'innalza 45 piedi nelle grandi acque e 25 soltanto nelle quadrature, e prende quest' osservazione per tentare di acernere di quanto l'azione della luna sia più forte di quella del sole. Chiamando L la prima di tali azioni ed S la seconda, si ha $L+S=45$ piedi, e siccome nelle acque morte queste due azioni si nuocono, si è avuto al contrario $L-S=25$ piedi, d'onde si deduce $S=10$ ed $L=35$, il che dimostra che la luna a motivo della sua vicinanza alla terra può agire tre volte e mezzo più che non fa il sole nel fenomeno delle maree, in guisa che ammettendo 2 e 7 per esprimere le forze con cui il sole e la luna attirano ciascuno in particolare le acque del mare, le alte maree staranno alle basse come la somma di questi due numeri sta alla loro differenza, o presso a poco come 9 sta a 5. Quindi supponendo che il sole sia capace di attrarre da solo le acque all'altezza di 2 piedi, la luna la innalzerà a 7, e le forze riunite di questi due pianeti le innalzeranno a 9 piedi.

593. Bisogna anche osservare che tutte le maree non sono eguali; quelle che succedono nei tempi degli equinozj sono assai più forti di quelle che succedono tre mesi dopo, cioè verso i solstizj. Fra queste esistono presso a poco le stesse differenze come fra le maree dei novilunj e plenilunj paragonate a quelle delle quadrature immediate. Le grandi maree dègli equinozj sono prodotte dalla somma delle azioni dei due pianeti verso l'equatore, o verso il mezzo della terra, e l'effetto diminuisce a misura che i due pianeti aumentano la loro declinazione. Si trova pure una differenza fra le maree di sera e quelle del mattino quando i due pianeti sono vicini all'uno od all'altro tropico. Supposto che sia d'estate, l'azione del sole e della luna nei novilunj succede di giorno in una parte di mare più vicina a noi, mentre succede tutto all'opposto se il sole e la luna si trovano verso l'altro tropico.

Ma ciò che produce un effetto incomparabilmente più considerevole nelle maree, si è il cangiamento di distanza della luna dalla terra. Questo pianeta ora si allontana ed ora si avvicina a noi; noi non occupiamo già il centro, ma uno dei fochi dell'elissi ch'essa descrive intorno la terra. Quand' essa passa all'estremità più distante dell'asse maggiore della sua elissi, essa trovasi nel suo *apogeo* ed agisce molto meno su l'Oceano. Essa al contrario è capace di una grande azione se si trova nel suo *perigeo* o all'altra estremità del suo asse maggiore, estremità a cui siamo considerabilmente più vicini; il mare allora s'innalza ancora di più.

Le maree degli equinozj non sono mai così grandi come quando la luna si trova verso il suo perigeo od alla sua minore distanza dalla terra. Non solo il flusso è più forte in questo tempo, ma lo è anche il riflusso, e vedonsi scoperti infiniti luoghi che d'ordinario sono nascosti; il che si deve osservare esattamente nello stabilire le opere da farsi in mare onde approfittar dei momenti in cui si allontana di più per fondare e posare gli edificj che si ha in mente di costruire. Sarebbe a desiderare che l'accademia reale delle scienze volesse far marcare nella conoscenza dei tempi il

luogo dell'apogeo e del perigeo della luna; questa picciola aggiunta sarebbe di estrema utilità, poichè servirebbe a far conoscere anticipatamente od a prevedere i giorni delle più forti e delle più deboli maree.

Noi abbiamo già specificato tutte le condizioni delle prime, non ci resta da aggiugnere se non che le maree più deboli di tutte succedono verso i solstizj, cioè verso i mesi di giugno e di dicembre quando la luna si trova nello stesso tempo nel suo apogeo od alla sua maggior distanza dalla terra. Tutto contribuisce allora a diminuire il moto del mare. Non solo esso sale più alto in questo caso, ma discende ancha meno basso: perocchè queste due particolarità si accompagnano sempre, ovvero sono inseparabili.

594. Siccome occorre del tempo innanzi che l'impulso o l'attrazione del sole o della luna si faccia sentire nei luoghi distanti dai tropici, il flusso di uno stesso giorno ritarda in proporzione della distanza del luogo e si gonfia più o meno secondo le diverse posizioni delle coste. Per esempio, dopo aver colpito contro la riva di Spagna atriscia lungo quella di Francia, entra nella Manica, ove trovandosi piegata e ristretta fra le coste d'Inghilterra e delle sue isole produce effetti più considerevoli in certi porti che in certi altri. Per questa ragione vedesi il mare ad acque vive salire dai 35 fino ai 45 piedi a S. Malò, Cancale e Granville, perocchè in quei luoghi le grandi acque trovandosi rinserrate ed entrando in una specie di golfo, le prime che giungono al fondo dell'anfruttuosità formate dalle coste di Bretagna, non potendo sfuggire per mancanza di sfogo s'innalzano, perchè spinte da quelle che vengono dopo e che sono tutte determinate con un moto o diretto o riflesso ad avanzare dalla stessa parte, mentre non cresce nelle acque morte che 9 in 10 piedi. Si può congetturare che questo ultimo fatto proviene da ciò che il volume d'acqua nelle quadrature non essendo cotanto forte passa facilmente nel canale e non battendo con sufficiente forza contro l'Inghilterra non può per conseguenza riflettersi verso la baja del monte S. Michele, mentre nei novilunj e plenilunj, esso rifluisca da questa costa e produce molte circolazioni in questi paraggi che vi fanno gonfiare il mare di più.

595. Succede al contrario che in piena marea e nelle isole molto distanti dal continente in cui le acque non possono schiacciarsi le une contro le altre, esse s'innalzano poco. Si accerta che sotto la stessa Zona Torrida in cui sembrerebbe che le maree dovrebbero essere più forti che altrove, perocchè la cagione agisce più immediatamente, il mare non sale che tre in quattro piedi; nondimeno Bouguer ha osservato nel suo viaggio del Perù fatto per ordine del re che a Panama nel mare del sud il flusso saliva a più di 16 piedi. S'innalza presso a poco lo stesso lungo le coste di Spagna, innalzandosi 14 in 15 piedi, in quelle di Bretagna da 16 ai 17, in Normandia, Piccardia e nelle Fiandre 17 ai 18, mentre in alcuni porti d'Inghilterra e d'Olanda il mare non sale che 6 in 7 piedi, il che mostra sensibilmente come la configurazione particolare delle coste formanti ciascun porto, debba far differenti le altezze delle maree; e se ne può giudicare scorrendo la tavola da noi riportata sullo stabilimento dei porti lungo le coste occidentali e settentrionali d'Europa.

Siccome era naturale il pensare che più un mare è distante dall'equatore meno il flusso doveva esservi sensibile, varj autori hanno asserito che

non vi era più marea passato il sessantesimo grado di latitudine, perocchè evidentemente nun avevano conoscenza delle osservazioni fatte da un numero di famosi navigatori, che si sono più avvicinati al polo Artico e fra gli altri Giovanni Davis, che nel 1587 è stato al di là del 72 grado, ove ha trovato che il flusso era molto più forte che sulle coste d'Affrica. Su la qual cosa non rimane più dubbio, dacchè Enrico Ellis, gentiluomo inglese ha riportato nella relazione del suo viaggio alla baja d'Hudson fatto nel 1746 e 1747, che su le coste dell' Oceano Atlantico al di là del 65 grado di latitudine il mare saliva di più braccia. Egli ha pure osservato che nella baja d'Hudson su la costa del Welcome alla latitudine di 64 a 65 gradi, le maree salgono fino a 16 piedi nei novilunj e plenilunj dal qual fatto deduce ingegnose conseguenze che vi sia, cioè un passaggio nord-ovest da questa baja al mare del sud, passaggio tanto ricercato dopo varj seculi dagl'inglesi, onde abbreviare la via delle grandi Indie.

596. Si osserva pure che l'arrivo della maree ritarda tanto più riguardo allo stabilimento dei porti della marina quanto più sono distanti dall'alto mare o dall'imboccatura dello stretto, il che è naturalissimo. Quindi ogni qualvolta si ristringe l'ingresso di un porto con moli od altre opere qualunque, si fa ritardar l'ora delle maree ed allora lo stabilimento del porto non è più lo stesso di prima; oltre a ciò le maree vi sono meno forti benchè la rapidità dell'acqua entrando divenga più grande; ma quest'eccesso di rapidità non ripara già la diminuzione cagionata dalla restrizione della sua apertura. Infatti, se il mare entra più veloce, si è perchè nel porto è meno alto che fuori, d'onde risulta che deve impiegar più tempo ad uscire che non ha impiegato ad entrare, il che è conforme all'esperienza, specialmente se questo porto corrisponde all'imboccatura di un fiume come quello di Grace, in cui la Senna fa sì che conserva le sue acque più a lungo che alcun altro della Manica. Quindi, allorchè per la disposizione dei moli, le maree vi si faranno più tardi, esse debbono anche essere meno considerevoli, cioè il mare deve salire meno alto e discendere men basso.

Questa regola però non è così generale che non vi sieno talora cagioni capaci di produrre il contrario. Cassini, per esempio, nelle memorie dell'accademia delle scienze del 1710, riferisce che Baerte nel fare le sue osservazioni a Dunkerque sul flusso e riflusso del mare avea trovato che sebbene la lunghezza del canale fosse di 1435 tese dalla sua imboccatura larga allora 35 tese fino al luogo più stretto, ridotto a 16 soltanto, non vi era nessuna differenza sensibile fra il tempo dell'alta marea nel porto della marina e quello dell'alta marea in faccia al ridotto, il che si è sperimentato cinque volte diverse nei più bei giorni d'estate. Ciò darebbe luogo a molte ricerche ed esami, ma in questa materia come in tante altre bisogna fondare le proprie riflessioni sui fatti e la conoscenza del luogo.

597. La quantità onde i porti sono più o meno avanzati nelle terre, produce pure della differenza nel loro stabilimento o nell'ora delle piene maree; del che ci offrono esempj le imboccature dei fiumi. Alle sponde della foce della Loira, il mare è pieno nei giorni delle congiunzioni a tre ore e 45 minuti; ma a Painbeuf, che è avanzato di più leghe, risalendo questo fiume, lo stabilimento è a 5 ore e 30 minuti, e se si risale più alto fino a Nantes si vedrà che il flusso impiega più tempo ancora a farsi sentire,

e che lo stabilimento vi è ad 8 ore; ma siccome le maree dipendono sempre dalle stesse cause generali, ciò non impedisce che questo ritardo non sia dovunque lo stesso da un giorno all'altro.

Per avere una conoscenza certa del moto del mare lungo le rive, bisogna non solo aver riguardo alle isole, agli scogli e promontorj che riflettono le acque in ogni senso; ma bisogna anche considerare gli stretti e le imboccature dei fiumi che vi s'incontrano pure da ogni lato, le cui diverse situazioni danno luogo ad una combinazione di moti diversi che non si studiano mai troppo prima di cominciare nn progetto relativo alla costa per condursi secondo essi.

Si osserva, per esempio, che in tutti gli stretti, imboccatnre e golfi espoati all'est, l'Oceano fluisce e rifluisce dall'ovest all'est e dall'est all'ovest, e che al contrario fluisce e rifluisce dall'est all'ovest e dall'ovest all'est in tutte le rive situate all'ovest, e che è lo stesso delle altre che sono al nord ed al aud, ove l'Oceano si move al contrario dal aud al nord e dal nerd al sud e generalmente in tutte le obliquità immaginabili secondo che la situazione delle altre rive, imboccature, stretti e golfi trovasi orientata.

Bisogna osservare che non intendiamo di parlare soltanto delle lunghe coste dell'Europa, dell'Affrica, dell'America, in tal modo orientata; ma anche in particolare di tutte le sponde grandi e picciole che vi sono comprese e che formano con le loro diverse piegature e ripiegature delle esposizioni che riguardano direttamente o di sbieco i quattro punti cardinali.

598. Per ben concepire il modo onde si movono le acque dell'Oceauo lungo le sponde si possono considerare quando scorrono, per esempio, dall'equatore verso i poli come un gran fiume che cresce e straripa da ogni parte; ed all'incontro quando rifluiscono dai poli verso l'equatore, come lo stesso fiume quando decresce e rientra nel proprio letto. Secondo la prima supposizione, un fiume che straripa per una grande abbondanza d'acqua ha sempre tre moti diversi; uno nel mezzo che è il filone dell'acqua e gli altri due verso le sponde ove straripa per l'aumento delle acque; parimenti quando l'Oceano fluisce dall'equatore verso i poli, queste acque hanno pure tre moti diversi l'uno in piena marea chiamato la gran corrente, e gli altri due fra questa stessa corrente e le aponde collaterali ove riempiono tutti i golfi, imboccature, baje ed altri luoghi; quindi è per questi due moti ch'essa respinge e rimanda tutto verso le sponde.

Siccome succede ai fiumi che hanno disalveato, che decrescendo, le acque allontanatesi dalla corrente principale per inondare le campagne circonvicine ritornano nell'antico loro letto, così quando i mari rifluiscono e diminuiscono da una parte, tntte le acque che si erano staccate dalla grande marea per fluire verso le coste, rifluiscono verso la marea per unirvisi e seguirla verso l'eqnatore.

Vedesi adunque la ragione per cui quando si esamina il mare lungo le coste situate all'Orieute sembra muoversi dappertutto dall'est all'ovest e dall'ovest all'est, perchè non si vede ciò che succede in varj altri luoghi, e quando ci troviamo au rive orientali al mezzodì si è disposti a credere ch'esso movasi dal nord al sud e dal sud al nord. Non bisogna dunque maravigliarsi se si osserva quasi dovunque che le acque del mare si portano direttamente verso le coste durante il flusso, e che prendono una via contraria durante il riflusso.

599. È opinione comune che il mare Mediterraneo non abbia marea regolare e che il poco flusso che vi si osserva sia prodotto dai venti eccetto lungo le coste più meridionali della Spagna che partecipano molto del flusso e riflusso dell'Oceano per lo stretto di Gibilterra, ma quando si esamina questo mare nelle sponde più lontane come lungo quelle d'Italia, vedesi che esso cresce o decresce un piede circa ed assai più a Venezia, ove le maree s'innalzano fino a tre piedi, perocchè la sua estensione nord e sud è la più grande che altrove per tutta la lunghezza del golfo Adriatico, in cui le acque essendo spinte dalla causa generale delle maree si premono reciprocamente fino alla cima del golfo che restringendosi sempre più fa gonfiare il mare per non potersi dilatare in larghezza; il che punto non succederebbe se l'azione del flusso e del riflusso non avesse luogo su questo mare. Si può ingannare tanto meno in quanto che ciò non succede che nei tempi delle sigizie, mentre nelle quadratore esso non cresce nè decresce punto a Venezia, in cui il flusso è d'ordinario più marcato; perocchè non bisogna confondere i suoi accrescimenti naturali con l'elevazione a cui talvolta perviene qoando è gonfiato dai venti di mezzogiorno che lo cacciano verso le coste d'Europa.

600. Una prova convincente che questo mare fluisce e rifluisce, si è che ogni qoalvolta le acque cominciano a crescere su le coste d'Italia per l'arrivo della marea, esse entrano nello stretto di Messina per le due estremità nello stesso tempo, vi rifluiscono per sei ore le une contro le altre fino al mezzo in cui si urtano e si confondono, dopo di che fluiscono e ne escono del pari per le due estremità per le sei altre ore seguenti, il che proviene dalla disposizione di questo stretto, lungo 12 leghe e che divide come è noto il resto del continente d'Italia.

Cesare d'Arcons pretende che nell'Arcipelago allo stretto di Calcedonia che separa la Grecia dall'isola di Negroponte, se si osservano da conveniente posizione i diversi moti delle acque di questo stretto, si vedranno anch'esse entrare in pari tempo per le due estremità ed incontrarsi in questo luogo dopo aver impiegate sei ore a congiugnersi; che poscia si separano e ritornano per altre sei ore d'onde sono vennte; dopo di che esse rientrano di nuovo per ricominciare gli stessi movimenti che succedono due volte ogni 24 ore e 48 minuti. Quest'autore aggiunge che gli antichi per aver esaminati questi moti diversi sotto l'unico aspetto onde se ne poteva giudicar rettamente, invece di 8 non ne avevano valutato che 7, e siccome attribuivano un potere maraviglioso a questo numero, non hanno mancato di prenderlo per spargere mille chimere su qnesto stretto che non avea nolla che non fosse comune con lo stretto di Messina e tutti gli altri formati nell'Oceano dalle isole situate presso le grandi coste.

601. Un'altra prova ancora che questo mare fluisce e rifluisce dal sud verso il nord e dal nord verso il sud, si è che le maree sono tanto più forti quanto il mare è più largo in tale direzione, onde quando cresce tre piedi a Venezia non ne cresce che due ad Ancona ed uno soltanto verso il mezzo della lunghezza dello stesso golfo e pochissimo a Brindisi ed Otranto che sono alla sua imboccatura situati verso la metà delle trecento leghe che il mare Mediterraneo è largo da Venezia alle rive d'Affrica.

È da osservarsi che se questo mare non ha su la maggior parte di tali coste che pochissimo flusso e riflusso, ciò procede dalla sua poca esten-

sione nord e sud, poichè le ineguaglianze dell'aumento delle maree corrispondono giustamente alle ineguaglianze della sua larghezza nord e sud, che deve avere almeno 150 leghe, acciò le maree sieno molto sensibili nei novilunj e pleuilunj.

602. Quelli che vogliono attribuire alle sole maree dell'Oceano i moti regolari che si osservano in alcuni luoghi del Mediterraneo dicono che durante il flusso le acque che passano per lo stretto di Gibilterra urtando contro le coste di Spagna, si riflettono verso le sponde affricane e di là sono respinte nel golfo di Venezia, ove per la loro pressione producono il flusso che vi si fa sentire, il quale non può aver luogo nell'Arcipelago attesa la sua grande distanza dall'Oceano. Ma se si considera che lo stretto è largo soltanto 5 leghe e lungo 10, non si vorrà credere che l'Oceano possa fornire una corrente gagliarda abbastanza per produrre tutte queste riflessioni, quand' anche il Mediterraneo fosse inferiore ad esso, malgrado la ripugnanza che abbiamo a crederlo; poichè supponendo che ciò fosse stato per l'addietro, questo mare a forza di ricevere le acque dell' Oceano per tanti secoli non dovrebbe ora trovarsi allo stesso livello anche a non calcolare le perdite che può fare per le evaporazioni che sembrano rimpiazzate dai fiumi che si scaricano in esso? Sembra che questo pregiudizio, se pure lo è, provenga da ciò che pretendesi essere più facile ai vascelli passare dall Oceano al Mediterraneo, durante il flusso, che non ne provano ad uscire benchè secondati da un vento propizio.

Il mare Mediterraneo non è il solo privo di un flusso e riflusso considerevole, ognuno sa che il Baltico e il Ponto Eussino non ne hanno veruno, e che molti altri sono nello stesso caso a cagione di difetto di comunicazione con l'Oceano, senza parlare del mar Caspio e di alcuni golfi, benchè sieno sotto il passaggio della luna, perocchè la loro estensione essendo minore del circolo massimo di questo pianeta il cui diametro è valutato 725 leghe, la sua azione succede dovunque egualmente ed impedisce con ciò il flusso ed il riflusso; quindi nei vasti mari soltanto che eccedono la capacità del circolo massimo della luna si osserva questo moto e l'effetto successivo che ne consegue.

603. Per dir qualche cosa anche del mar Rosso, di cui avremo occasione di parlare in particolare, menzionando le intraprese degli antichi per unirlo al Mediterraneo con un canale, non vi è nulla di così contrario come quello che ne hanno scritto alcuni autori; pretendono alcuni che le maree vi succedano più forti che in ogni altro mare, altri all'incontro che non ve ne sieno del tutto; ma Scaligero e varj celebri scrittori riferiscono che veramente questo mare non cresce nè decresce mai verso la metà della sua lunghezza che è di circa 350 leghe; ma che verso l'istmo di Suez alla sua estremità più settentrionale il suo flusso è presso a poco come a Venezia, cioè 3 piedi circa, e che alla estremità meridionale queste acque non fanno che partecipare della maggiore o minore quantità delle maree dell'Oceano di cui fanno parte, il che ci è stato confermato da La Bourdonnais, che conosceva questo mare avendovi fatto cinque viaggi.

604. Benchè la causa naturale ed ordinaria delle maree nell'Oceano produca sempre il flusso ed il riflusso alternativamente due volte per giorno, vi sono nondimeno dei luoghi, come alle isole di Cuba o di S. Domingo ove il flusso ed il riflusso non compajono che ogni 15 giorni, cioè due volte

soltanto ogni sei mesi, o due volte nel corso di ciascun anno, come nel golfo del Messico ed in alcuni luoghi del Mediterraneo, in guisa che dopo essere comparse nel loro ordine alternativo per due o tre giorni di seguito, non compariscono più se non ogni 15 giorni nei primi luoghi e dopo sei mesi nei secondi. Per ispiegare la cagione di tale fenomeno basta richiamare ciò che si è detto all'articolo 601, che quando i mari hanno meno di 150 leghe di larghezza dal nord al sud, il flusso ed il riflusso non sono sensibili come negli altri più estesi, perocchè la causa che agisce nelle quadrature non è forte abbastanza. Ma quando nel tempo dei novilunj e dei plenilunj questa causa fa più impressione che al solito, è naturalissimo che essa produca un flusso ed un riflusso nei luoghi ove non ne comparivano nei tempi delle quadrature come a S. Domingo. Quando in certi mari questa causa non basta ancora anche nel tempo de' novilunj e plenilunj, ma soltanto in quelli degli equinozj, ne' quali abbiam detto all'articolo 593, che il mare s'innalza di un sesto circa e si abbassa altrettanto più che in quello dei solstizj, non è maraviglia che verso il mezzo del golfo del Messico largo soltanto 150 leghe circa dal nord al sud il flusso ed il riflusso non vi si manifestino che ogni sei mesi nei tempi degli equinozj e giammai nelle altre lunazioni.

605. Importa all'estremo, quando trattasi di scegliere la posizione di un porto di aver riguardo alle diverse correnti ed ai venti che dominano di più verso la costa. Fra le correnti ve ne sono di regolari e d'irregolari; quella che regna fra i tropici scorre da Oriente ad Occidente con tanta violenza che i venti più contrarj la rallentano appena, perciò la navigazione dalle Indie Orientali in Affrica e di là al Brasile è molto più facile che non il ritorno verso l'Oriente. Si osserva quest'effetto stesso nell'Oceano settentrionale, colla differenza che è meno sensibile e più facile da percorrere andando nel Levante, col favore dei venti di nord-est e di sud-est. Alcuni attribuiscono la cagione di questa corrente al moto di rivoluzione della terra in 24 ore, che non comunicandosi interamente al mare fa sì che sembra andare in senso contrario. Credesi pure che questo moto continuo del mare verso l'ovest provenga dall'essere spinto dai venti alisei che soffiano nella stessa direzione.

606. Vi sono altre correnti che non arrivano che in certi tempi e che non hanno stazione regolare, tali sono quelle delle Maldive verso le isole di Romero, quelle di S. Lorenzo nell'Arcipelago, delle isole Filippine, la cui rapidità è tale che si sono veduti dei vascelli all'ancora rompere le più grosse gomene. D'altronde non è possibile assegnare positive cagioni alla moltiplicità delle correnti irregolari che s'incontrano, si può nondimeno supporre che dipendano dal fondo del mare diversamente frastagliato dai banchi: in tal caso le acque venendo ad agitarsi per parte dei venti sono spinte con impeto verso le roccie che le costringono riflettendosi, a prendere dei corsi tanto più grandi quanto è più forte l'impulso, e più stretto lo spazio fra i banchi. Quindi il mare essendo continuamente colpito dai venti è naturale che quelli che sono regolari producano correnti costanti, e che i venti periodici formino correnti che loro rassomigliono.

607. La posizione delle isole inglesi Gersey, Gernesey, Sers, Hermes ed Origny che dividono l'imboccatura della Manica, è pure cagione di molte altre correnti pericolosissime ai naviganti, essa lascia alcuni pas-

saggi, quello fra gli altri lungo la Normandia chiamato la *Déroute*, che è uno dei più pericolosi. Si sono vedute delle navi che in temqo di alta marea pescavano 10 o 12 braccia, rimanevano in secco col riflusso; questo mare è pieno di scogli e di banchi che formano delle correnti irregolari; se sopraggiugne qualche burrasca il più sperimentato pilota dora fatica a salvarsi dal naufragio, specialmente se mancano venti contrarj che lo respingano al Capo della Hogue; questa è nondimeno la via seguita per il solito dalle navi francesi, specialmente in tempo di guerra, ond' evitare le fregate ed i corsari inglesi che incrociano di continuo negli altri passaggi. Gli scogli non sono i soli da temere, le punte di Blanchard e di Barfleur, non sono meno formidabili avendo le estremità aspre di roccie contro la quali le navi sono di frequente gettate in mancanza d'asilo sicuro. Questo mare merita nondimeno una grande attenzione essendo il più frequentato ed il più utile al commercio della Francia; eppure la soa costa è priva di porti, come ne abbisognerebbe per facilitare la navigazione.

Parimenti le acque divise dalle isole della Gran Bretagna venendo ad urtarla, sono in parte rimandate verso Terranuova ove s'innalzano 10 in 12 in braccia in qualche luogo dell' Acadia. Lungo queste coste rimarcasi nei tempi di tempesta un moto circolare che getta sovente i navigli contro i banchi e gli scogli che vi si trovano; il che succede comonemente nella stagione antecedente. Il conflitto delle correnti opposte può anche produrre quest' effetto. Il mare andando da Oriente ad Occidente è fermato dall'America e vi forma un flusso che si stende longo le coste verso i poli il quale incontrando quello che vi è mandato dal nord fa gonfiare prodigiosamente le acque a Portoreale ed altrove. Sarebbe un lavoro infinito il voler esporre tutte le vicissitudini che succedono nella vasta estensione dei mari; ciò che abbiam detto basta per dare un' idea dei loro effetti onde applicarli utilmente al soggetto che abbiamo in vista.

608. Si possono anche riguardare i venti come freni delle correnti che si diversificano secondo l'impulso dei primi e la posizione delle coste. In certi luoghi i rombi di vento fanno salire il mare più alto del solito, ed altri impediscono che si ritiri tanto come farebbe in tempo di calma o se non spirassero da quella parte. Quindi l'esperienza di quattro o cinque maree non può bastare per assegnarne l'altezza positiva, poichè se ne può giodicare appena nel corso di un anno. D'onde risulta che è di una estrema importanza lo studiar bene tutte le circostanze che possono contribuire alla bontà di un porto o di una rada esaminando seriamente la situazione dei luoghi riflettendo ai ripieghi con cui ovviare ai difetti che si saranno riconosciuti. Perciò bisogna conoscere moltissimo il mare altrimenti è da temere che si commettano errori dannosi al bene dello Stato.

Noi non imprendiamo a ricercare la cagione e la natora dei venti, questo lavoro ci allontanerebbe dal nostro soggetto principale senza poterci lusingare di spargere in qoesta materia maggior luce che non hanno fatto tanti abili fisici. Basterà dire che ve ne sono di regolari e d'irregolari, che i primi soffiano costantemente in certi paesi in una determinata estensione e che i secondi non hanno tempo prefisso a noi conosciuto; è noto soltanto riguardo ai primi che i più regolari sono qoelli che soffiano quasi in ogni tempo fra i due tropici da levante e ponente, e gli anomali che durante l'estate vanno dal nord all' equatore e nell' inverno del Polo Australe

verso lo stesso equatore. È assai verosimile che quetti soffj diversi procedano dalla maggiore o minore rarefazione dell' aria cagionata dal sole.

609. Pochi ignorano che i quattro venti chiamati *cardinali*, sono quelli del nord o settentrione, del mezzodì o sud; il vento d'ovest o di Occidente, il vento d' oriente o d' est. Che ve ne sono altri quattro collaterali il cui nome è composto dei due entro i quali ciascuno è situato che sono il nord-est, il nord-ovest, il sud-est, il sud-ovest. Otto altri prendono le loro denominazioni dai venti cardinali e collaterali, così quello che è fra il nord ed il nord-est si chiama nord-nord-est, e quelli che seguono nord-nord-ovest, sud-sud-est, sud-sud-ovest, est-nord-est, est-sud-est, ovest-nord-ovest, ovest-sud-ovest. Se ne contano sedici altri ciascuno dei quali prende il nome di un vento collaterale, o di un collaterale ed un cardinale aggiugnendovi la parola *quarto*, in modo però che cominci da quello cui sta presso e termini con quello che gli è più distante; quindi il vento più vicino al nord andando verso l' est chiamasi quarto-nord di nord-est cominciando dal nord est e lo stesso dicesi dagli altri.

610. Lo studio dei venti e la loro denominazione non essendo meno necessario della conoscenza dei moti del mare, osservare si debbono quelli che regnano più comunemente nelle contrade in cui si vuol edificare; quali sono i vantaggiosi od i contrarj ai porti che si debbono formare o bonificare; è pure utilissimo conoscerne la situazione riguardo all' aspetto del cielo; disegnandolo per la sua latitudine e longitudine. La maggior parte degli uomini di mare la fissano coi rombi di vento in cui credono che si trovi la luna all' ora della piena marea delle acque vive; così secondo loro quando il mare è alto nei novilunj e plenilunj, per esempio, ad 8 ore di mattino, dicono che la situazione di tal porto è ad 8 ore; e se la luna in questo tempo è all' ovest-nord-ovest chiamano la posizione di questo porto ovest-nord-ovest ed est-sud-est. Ma è naturale che bisogna attenersi alla sua vera posizione, mentre con ciò si eviterebbe di confondere lo stabilimento delle maree con la situazione di un luogo, poichè si può ingannarsi sulla direzione dei venti che non corrispondono sempre come si crede ai passaggi della luna pel suo meridiano, ma ai circoli orarj.

Terminerò questo capitolo con la tavola menzionata nell' art. 590, che comprende lo stabilimento dei porti, cioè l' ora in cui vi giugne l' alta marea il giorno del novilunio e del plenilunio, con l' altezza a cui s' innalza nei porti principali. Quindi con questa tavola vedesi, per esempio, che ad Ostenda la prima marea è a 12 ore ed 1 minuto nelle congiunzioni ed opposizioni, mentre a Boulogne è a 10 ore e 45 minuti.

TAVOLA

Dello stabilimento dei porti e dell'ora in cui vi giugne l'alta marea nel giorno del novilunio e plenilunio.

FIANDRA

	Ore,	minuti
Alla chiusa	12	—
Fuori dei banchi di Fiandra, in mare	3	—
Su le coste di Fiandra, presso terra	12	—
Ostenda	12	1
Nieuport	12	—
Dunkerque	11	45
Gravelines	11	30

Lungo la costa di Fiandra entro i banchi dal passo di Calais all'imboccatura della Schelda, il mare sale a 18 piedi, e 15 soli al largo dei banchi stessi.

PICARDIA

	Ore	minuti
Calai	11	30
Ambleteuse	11	—
Boulogne	10	45
Etaples	10	45
L'imboccatura del fiume Somme	10	30
S. Valery sulla Somme	10	55

Lungo la costa del capo di Caux fino al passo di Calais, il mare sale 18 piedi.

NORMANDIA

	Ore	minuti
Tréport	10	30
Dieppe	10	15
S. Valery in Caux	10	—
Fécamp	10	—
L'imboccatura della Senna	9	—
Al porto di Grace	9	—
Honfleur	9	15
Quilbeuf, sulla Senna	10	30
Rouen	12	15
Caën e Dive	9	—
Ettehan	10	—
Isigny	10	—

	Ore,	minuti
La Hogue	8	—
Al largo della Hogue	10	30
Porto in Bessin	8	—
Barfleur	10	30
Cherburgo	7	45
Al largo di Cherburgo	10	15
Al capo della Hougue	12	30
All' isola d' Origny	9	30
Nel *Raz* Blanchard	12	45
All'isola di Gernesey	9	30
Grandville	6	—
Al monte S. Michele e Pontorson	6	30

A Grandville, alle isole d'Ornay, Gersei e Gernesey, il mare sale dai 36 ai 40 piedi e soltanto 18 dalla Hougue fino al Capo di Caux.

BRETAGNA

Cancale	6	—
S. Malò	6	—
La rada della Frenaye	6	—
Alle isole di Brehat	6	—
Treguier	5	30
Morlaix	5	15
S. Paolo di Leon	5	15
L'isola di Baa	5	15
Porsal	5	—
Fuori dell' isola d' Ouessant, in mare	4	30
Nel passo del Four	4	—
Nell' Yroise	4	15
Nella baja di Brest	3	30
Nel porto di Brest	3	45
Nel *Raz* di Fontenay	4	—
Audierne	3	30
Su le coste meridionali di Bretagna	3	—
Penmarck	3	30
Benaudet	3	30
Concarneau	3	45
Porto Luigi o Blavet	4	—
Belle-Isle	1	45
L'isola di Groa	1	45
Vannes	1	45
Auray	3	45
Morbihan	3	—
Il fiume Vilaine	3	45
Porto Bianco	4	15
La Roche-Bernard	4	30
Il Croisic	3	45

	Ore, minuti	
Nantes all' ingresso della Loira	3	45
Bourneuf	4	—
L'isola Noirmoutier	3	15

Lungo la costa del sud di Bretagna dalla imboccatura della Loira fino al *Raz* di Fontenay nell'Yroise e Passo del Four il mare s'innalza 18 piedi. Nelle rade di Douernené e di Bertaume sale 20 piedi. All'isola di Bas sale 25; alle Sette isole s'innalza 30; a Brehat, S. Malò e Cancale, monta a 45 piedi.

POITOU

Sulle coste del Poitou	3	—
Beauvoir	3	30
L'isola Dieu	3	—
Ollone	3	15
L'isola di-Re	3	15
Nel *Pertuis*-Breton	3	30
Nel Pertuis d'Antioche	3	30
La Rochelle	3	45
Chapus	3	30
Rocheford	4	15
Brouage	3	45

In tutte le coste del Poitou, come alla Rochelle, nelle rade dell' isola di-Re e di Chef de Bois, il mare s'innalza 15 piedi.

GUASCOGNA E GUIENNA

Su la costa di Guascogna e Guienna	3	—
All'imboccatura della Garonna al nord della torre di Cordouan	4	30
Royan sulla Garonna	3	45
Al sud della torre di Cordouan	3	45
Bordò	7	15
Nel bacino d'Arcasson	3	45
Memiasan	3	15
Bajona	3	45
S. Giovanni di Luz	3	15
Su tutte le coste settentrionali di Spagna	3	—
Nei porti e rade su le stesse coste	3	45
Su le coste occidentali di Spagna e Portogallo	3	—
Da Capo Finisterra al fiume Montigo	3	—
Nei porti e rade su le coste medesime	3	45

In tutte le coste di Guascogna e di Guienna, come pure a Bordò ed a Bajona, il mare s'innalza 15 piedi.

PORTOGALLO

	Ore,	minuti
Lisbona	4	—
Setuval	4	30
Capo S. Vincenzo	3	—
Farao	2	15
Tavilla	1	30

Lungo le coste all'imboccatura dei fiumi e porti di Portogallo dal Capo Santa Maria fino a quello di Finisterre, il mare sale 15 piedi.

SPAGNA

Aimonte	1	30
Lepe	1	30
Guelva	12	45
Palos	12	45
Sanlucar de Barrameda	1	45
Cadice	2	—

Lunghesso le coste spagnole dal lago Finisterra a S. Giovanni di Luz, il mare s'eleva 15 piedi, e dal Capo Santa Maria, allo stretto di Gibilterra ascende ai 10. Sulle coste della Barbaria dallo stretto di Gibilterra al Capo di Geer, sale a 10 piedi, ed alle isole Canarie si limita fra li 7 e li 8.

INGHILTERRA

Barwich	3	45
Imboccatura del fiume Rive	3	15
Neucastel	5	15
Hartelpole	3	15
Nella Tées	3	15
Scarborough	4	15
A Blamborough	4	30
Hull	6	—
Imboccatura del fiume Humber	5	15
Lynne	6	45
Blanchney	6	45
Cromer	8	45
Yarmouth	10	30
Fuori dei banchi innanzi a Yarmouth	9	15
Leystaff	10	30
Orfort	10	45
Harwich	10	45
Imboccatura del Tamigi	1	30
Londra	3	—
Nordforland	11	30
Nella rada delle Dune	10	45

	Ore, minuti	
Sandwick	11	30
Douvres	11	45
La Rye	11	30
Al Capo di Bevesier	12	—
Nieuhaven	12	—
Arundel	12	45
Sui banchi di Weenbrug	10	30
Sotto il segno all'est dell'isola Wicht	9	15
Alla rada di Sant'Elena	10	30
Portsmouth	11	45
Southampton	12	—
Alle punte dell'isola di Wicht	9	—
Al porto di Lapole	9	15
A Waymouth	9	—
Nel Raz di Portland	8	45
Ad Exmouth	5	30
Torbay	5	15
Dartmouth	5	15
Plimouth	5	15
Fawic	5	15
Falmouth	6	—
A Monsbaye	4	45
Alle Sorlingues	4	30
Sulla costa, dall'estremità dell'Inghilterra fino alla punta d'Harland	4	30
Sainsyves	4	45
Padslou	4	45
All'isola Londey	6	—
All'ingresso del canale di Bristol	6	—
Bedifort	6	30
Ilfercombe	6	45
Nella rada di Bristol	6	45
A Cardief	6	15
Caermarthen	5	45
Milfort	5	30

Alle isole Sorlingues all'ovest d'Inghilterra fino al capo Lezard, il mare s'innalza 20 piedi, 24 lungo la costa e nei porti dal Capo Lezard fino a Goustard, e 24 piedi da Portland fino all'isola di Wicht; ma nella rada di Sant'Elena al nord dell'isola di Wicht non sale più di 18 piedi e 16 solamente lungo la costa. In quanto alla parte orientale nella rada delle dune come anche dall'isola Tanet fino innanzi al Tamigi, il mare s'innalza 12 piedi. Lungo la costa del Tamigi fino innanzi a Yarmouth ed alla punta di Winterton sale 15 piedi; finalmente dalla punta di Winterton fino a quella di Trimyngkampton ed alle imboccature dei fiumi Tays e Fine s'innalza 18 piedi, come pure lungo le coste al nord della Scozia delle isole Orcadi.

SCOZIA

	Ore,	minuti
Alle isole Fero	12	30
Alle isole Schetland	1	45
Alle Orcadi	2	—
Birden o Berdone	3	15
Boccheness	3	45
All' imboccatura del fiume d'Edimburgo	3	30
Edimburgo	4	30
Nell'ingresso orientale di Lembs	10	45
Nell'ingresso occidentale di Lembs	9	—

IRLANDA

S. David	5	45
Caernarvan	7	—
Karlingfort	10	45
Strangfort	10	30
Knocfergus	10	15
All'isola Raghlins	7	15
Longhfoyle	6	45
Longhsuvilly	6	30
Scheipshaven	6	—
Dunghall	4	30
Endrigo e Moy	4	15
Su le coste occidentali d'Irlanda	3	45
Portnifadoy	5	—
Nella baja di Beterboy	4	30
Gallovay	4	15
Nel fiume di Limerik	6	—
All'Havre di Smerik	3	15
Nella baja di Dingle	4	30
Nella baja di Kilmare	4	45
Nella baja di Bantry	5	15
Crok	4	30
Su le coste meridionali d'Irlanda	4	30
Baltimora	4	45
Al Capo di Clare	4	30
Ross	5	—
Kinsal	4	30
A Corck	4	45
Lochul	4	45
Dougarvan	5	—
Waterford	5	45
Balatée	5	30
Al Capo Carnarot	6	15
Su le coste d'Irlanda da Grenord fino all'isola d'Alque	10	30

	Ore, minuti	
Dublino	9	—
All' isola di Man	9	—

Lungo la costa all' est d' Irlanda dal Capo Carnarot fino all' isola Raghlins, e nella costa di Scozia e d' Inghilterra dal Capo Cantir fino all' isola d'Anglesey il mare s' innalza 18 piedi, e 6 a 7 soltanto nelle coste al sud di Terranuova.

PROVINCIE UNITE

Emdem	12	15
Delfzil	12	—
Fuori dell' Ulic	8	15
Nel passo d' Ulte	9	—
Sul Wlak di Frise	9	30
A Wrek	12	—
Amsterdam	3	—
Horn	12	15
Enchaysen	11	45
Presso Medenblick	10	30
Sul Wlack di Vitriegen	9	—
Nella rada dei Mercanti	7	30
Nel passaggio del Texel	6	45
Fuori del Texel	6	—
Innanzi alla Mosa	1	45
Alla Brille o Denbriel	3	30
Innanzi alla vecchia Mosa	3	—
A Rotterdam	3	45
A Dordrecht	4	30
A Goerée	2	15
A Eronvers-Haven	3	30
A West Cappel	12	15
A Veere	1	30
Ad Armuyden	1	45
Ad Anversa	6	45
A Flessinga	12	30
Su le coste di Futlande	12	—

Alle imboccature della Schelda e della Mosa e fuori del Texel lungo la costa il mare s' innalza 20 piedi e nella rada dei Mercanti entro il Texel innanzi a Medemblée, esso innalzasi 15 piedi e sette soli ad Amsterdam.

DANIMARCA

A Suy Dersy	1	30
Nel canale di Sylt	12	15
Nel Leidor	12	30
Innanzi all' Elba	12	—

ALLEMAGNA

	Ore	minuti
Amburgo	6	15
Innanzi al Wesser	12	—
Brema	5	45
Nel Fade	12	45

In tutte le coste d' Olanda, di Germania e di Danimarca fino alla punta di Scagen, il mare s'innalza 15 piedi.

CAPO SECONDO

DESCRIZIONE STORICA DEI PORTI PIÙ CELEBRI STABILITI DAGLI ANTICHI PER GIUDICARE DEI PROGRESSI DELL' ARCHITETTURA IDRAULICA RAPPORTO ALLA MARINA.

611. La storia ci fa conoscere che i popoli più antichi, i quali si sieno distinti nella navigazione furono gli Egizj ed i Fenicj, e che essi mostrarono col loro esempio alle altre nazioni i vantaggi che si potevano ottenere dal commercio marittimo. Sembra che gli Egizj s' impadronissero principalmente di quello che si poteva fare nell' Oriente pel Mar Rosso, ed i Fenicj di quello d' Occidente pel Mare Mediterraneo, che col processo di tempo divenne il più commerciante del mondo, a motivo del grande numero di Colonie che stabilironsi nei luoghi atti a formare eccellenti porti quasi dalla natura fatti espressamente.

Benchè i Fenicj dovessero agli Egizj le cognizioni che acquistarono sui movimenti celesti per regolarsi nei lunghi viaggi, i primi li sorpassarono ben presto in gloria ed in possanza. Laboriosi e dotati di eccellente ingegno pel traffico, divennero così abili nella nautica che ne furono considerati come gl' inventori, e come quelli che potevano più di ogni altro mostrare a qual apice di ricchezza si possa innalzare un popolo pel solo commercio.

612. I Fenicj, la cui origine è attribuita ad una colonia di Sidonj fuggitivi dopo la presa della loro città fatta dai Filistei, non occuparono dapprima che una stretta zona di terra, nel paese sulle coste della Siria, ora Soria, corrispondente alla parte orientale del Mediterraneo, ove edificarono la città di Tiro 1245 anni prima di Cristo. Questo porto essendo dei meglio situati per l' approdo delle navi, divenne in breve il più celebre che esistesse; quindi i suoi abitanti non risparmiarono cosa alcuna per renderlo comodo e metterlo in istato di difesa contro le nazioni vicine che non poterono vedere senza gelosia uno stabilimento così florido. Le ricchezze dei suoi cittadini si accrebbero talmente pel commercio, che per la maggior parte erano considerati come altrettanti principi, la cui potenza diveniva ogni dì più formidabile, finchè si trovarono in istato di resistere per tredici anni consecutivi a tutte le forze di Nabucodonossor che andò ad assediarli circa quattr' anni dopo la distruzione di Gerusalemme. E quegli che avea soggiogato tutto l' Oriente, ed alla cui potenza sembrava che nulla potesse resistere, fu costretto ad impiegare tanto tempo per impadronirsi di una sola città, e non ebbe neppur la soddisfazione di godere pienamente della sua conquista, essendogli sfuggiti i tesori di cui credeva impossessarsi. I Tirsi senza attendere di essere ridotti agli ultimi estremi si ritirarono con

tutte le loro ricchezze in un'isola mezza lega distante dalla sponda senza che Nabucodonossor, la di cui armata era oppressa dalle fatiche, pensasse ad ivi inquietarli: cosicchè da sì penoso assedio non trasse altro che la vana soddisfazione di radere le mura di Tiro e distruggerne i superbi monumenti.

613. I Fenicj non tardarono a rialzarsi dalle loro sciagure, edificando una nuova Tiro nell'isola in cui si erano rifugiati; il grado di gloria a cui innalzossi colla navigazione la mise così al di sopra di quanto puossi immaginare, che si potrebbero credere esagerate le narrazioni degli autori profani, se i profeti non ne avessero parlato con maggior splendore; quindi essa era riguardata come la regina del mare, il convegno di tutte le nazioni che parevano piuttosto sue tributarie che alleate. Frattanto i Fenicj si erano prodigiosamente moltiplicati, stabilirono varie colonie e fra le altre quelle di Utica, ora Biserta nel regno di Tunisi, quella di Cartagine non che quella di Cadice sull'Oceano.

614. La nuova Tiro aveva due porti, il maggiore de' quali, di figura pressochè ovale, capace di più di 500 navi, era situato al nord della città che lo copriva dai venti di mezzodì; al lato opposto era una piccola isola di scogli che rompevano i flutti, ed a levante avea la costa della Fenicia, onde trovavasi coperta dal monte Libano che somministrava loro magnifici legnami per la marina. Due moli diretti ad arco di cerchio, e che si stendevano nel mare, formavano l'ingresso di questo porto. E tale ingresso che guardava a ponente era coperto da un terzo molo per guarentirlo dall'impeto delle onde e salvare le navi dalla tormenta che avrebbero provato senza tale precauzione. Sopra le estremità dei due primi moli gettati a pietre perdute alla profondità di 25 in 30 piedi d'acqua, ed alle teste del terzo, si erano costrutte dalle torri per la difesa delle dua imboccature formate da questi moli, e per accendervi durante la notte dei lumi indicanti la via che dovevano seguire i nocchieri ond' entrare in questo primo porto.

Riguardo al secondo destinato principalmente ai vascelli mercantili, esso era in parte rinchiuso nella città dalla parte che riguardava l'Egitto. Il suo ingresso decorato da una magnifica architettura, era del pari coperto da un molo avanzato acciò il mare agitato dai venti meridionali non ne rendesse difficile l'accesso.

Su le rive di questi due porti vedevansi luoghi disposti espressamente per costruire e raddobbare i vascelli, magazzini che ne contenevano gli attrezzi, ed oltre ciò altri edificj per la marina, il tutto difeso esteriormente da un doppio recinto fiancheggiato da grosse torri simili ad altrettante cittadelle, il piè delle quali era circondato dal mare e da scogli a fior d'acqua. La città era d'altronde sempre munita delle cose necessarie alla sua difesa ed alla sussistenza de' suoi numerosi abitanti in un assedio di lunga durata.

615. In uno stato così formidabile sembrava che la potenza di Tiro, rispettata da tutti i paesi in cui aveva esteso il suo dominio con le colonie, dovesse crescere senza limiti, quando Alessandro il Grande la ruinò dopo un assedio di sette mesi privandola interamente della sua marina e quindi del suo commercio; nondimeno il coraggio de' suoi abitanti la rialzò alquanto dalle sue sfortune senza poter però ripigliare l'antico suo splendore. Dopo aver provato in diversi tempi una serie di rivoluzioni fu intera-

mente distrutta dai Turchi nel 1291, circa 2536 anni dopo la sua prima fondazione, cosicchè ora non è più che un picciol borgo chiamato Sur, sotto il dominio del gran Signore.

616. Dai vestigi che si vedono ancora dei maravigliosi lavori dai Fenicj fatti a Tiro per bonificarne i due porti, è difficile concepire come uomini che a quanto sembra dovevano mancare delle cognizioni da noi in oggi acquistate, avessero potuto innalzare opere così prodigiose e ben intese da servire di modelli nei secoli seguenti in tutto ciò che fu eseguito per la marina, di modo che si possono considerare come i creatori dell' architettura idraulica, sembrando di averla posseduta perfettamente. Era giusto pertanto farne una menzione particolare, come pure di altri porti antichi costrutti ad imitazione del precedente, essendo certo che la loro descrizione è attissima a fornire grandi idee per formare progetti d' entità. D' altronde v'ha una certa erudizione speciale ciascuna condizione che non si può ignorare senza vergogna; quindi non temo che coloro i quali leggeranno questo ed il seguente capitolo non li considereranno come fuori di sito per lo scopo onde li ho scritti, poichè vi troveranno infinite cose istruttive ed interessanti, che nondimeno costarono fatica a compendiarle.

617. Cartagine fondata in Affrica da una colonia di Tirj, circa cento anni prima di Roma, ed 846 prima di Cristo, non limitò a lungo le sue conquiste a quelle che dapprima fece ne' suoi dintorni. Questa città ambiziosa le estese ben presto al di fuori, s'impadronì delle isole e di una parte delle coste del Mediterraneo, principalmente di quelle di Spagna, ove stabilì una famosa colonia che edificò la nuova Cartagine. Rimasta dominatrice dei mari per più di 600 anni, si fece un impero capace di disputare per lungo tempo a Roma stessa lo scettro del mondo. Il commercio l' innalzò ad un sì alto grado di possanza che alla sua superba rivale furono duopo due guerre sanguinose ed incerte l'una di 23, l' altra di 17 anni, onde Roma trionfante le strappasse i vantaggi che tirava dal commercio che tanto tempo l'avea sostenuta contro i suoi fieri nemici.

618. La situazione di Cartagine era assai più vantaggiosa pel commercio di quella di Tiro; distante del pari da ogni parte del Mediterraneo verso il mezzo della costa d'Affrica la più sporgente nel mare, nel fondo di una grande baja in faccia al Tevere ed a Roma, tutto concorse insomma a rendere il suo porto il più celebre del mondo. Questa baja, che va curvandosi verso l' ovest, contiene in fondo a nord-est una penisola che si stende dal sud al nord e corrisponde alla terra ferma con un istmo di poca larghezza. Su la sponda all' est di quest' istmo si trova una specie di picciolo golfo con una strettissima apertura chiamata ora la *goletta*, ed al cui fondo è la città di Tunisi elevata presso le ruine di Cartagine, e dall' altra parte all' ovest è l' imboccatura del fiume Bagrada; su tale penisola era edificata Cartagine che ne occupava tutta la capacità.

Dei due seni che questa penisola formava nella baja quello dell' ovest era stato scelto pel porto grande a motivo di una lunga lingua di terra ricurva che partiva dalla penisola e formava con essa un vasto bacino ove le navi erano perfettamente al coperto da tutti i venti. Dalla stessa parte vi era pure un' isoletta di figura quasi ovale chiamata Cotone, che lasciando fra sè e la città un braccio di mare fu giudicata opportuna per farvi un

magnifico porto unicamente destinato alle navi da guerra. Perciò se ne restrinsero con moli le due estremità in modo da non lasciare da una parte e dall' altra che un ingresso di sufficiente larghezza pei vascelli. Un alto muro elevato sui moli ad ogni estremità del porto nascondeva ai mercatanti stranieri ciò che vi si operava, non potendo esser veduto nemmeno dalla città da cui la separava il recinto, fuori del quale lungo la riva si era lasciato uno spazio grande abbastanza per edificarvi magazzini e caserme pei soldati destinati alla guardia del porto, e pei marinaj acciò non avessero nulla di comune con la città.

619. L' isola Cotone era occupata dall' arsenale della marina; il suo perimetro di circa 400 tese, rivestito delle più belle pietre, comprendeva di distanza in distanza dalla parte dell' est delle loggie a vôlta per mettere al coperto dagli ardori del sole 220 delle più grosse navi che allora si facessero. L' ingresso di queste loggie era decorato di ricche colonne di marmo d' ordine ionico, ed al di sopra vi si trovavano magazzini per raccogliervi gli attrezzi appartenenti a ciascuna nave. Due portici superbi terminavano quest' isola alle due estremità; il suo perimetro fiancheggiato da sponde magnifiche conteneva i fabbricati destinati all' alloggio degli ufficiali della marina; le scuole ove s' istruivano i piloti e gli altri allievi che dovevano comandare su le navi. Vi si vedevano pure i cantieri per la costruzione ed il rassetto delle navi ed insomma tutte le immaginabili comodità. Nel mezzo di quest' isola era il palazzo dell' ammiraglio elevato, a segno da poter scoprire tutto ciò che succedeva nei due porti e nella rada. La stessa magnificenza si osservava nel porto mercantile pel quale si doveva passare per giugnere in questo dei vascelli da guerra; il suo ingresso era serrato da due grandi moli che non lasciavano che un' apertura di 20 tese, difesa da un parapetto fiancheggiato da torri a quattro piani su cui si accendevano fanali.

620. Se tante magnifiche disposizioni per la marina di Cartagine erano degne della più grande ammirazione, si converrà che i baluardi ond' era circondata la città non lo erano meno. Senza parlare del gran numero di torri, alte quaranta cubiti che difendevano il recinto, e la maggior parte delle quali erano altrettanti depositi d' armi e di macchine militari, che dirassi della distribuzione fatta nella grossezza delle mura formanti le cortine ove si erano fatte delle stalle per 300 elefanti e scuderie per 4000 cavalli con magazzini contenenti quanto occorreva per nodrirli? Al di sopra poi vi erano le caserme per 2000 uomini d' infanteria e per 4000 cavalieri.

Siccome un mare aspro di scogli acuti cingeva quasi ovunque la città all' esterno, essa non poteva essere accessibile al nemico che dalla parte dell' istmo, ov' era fortificata da un triplice recinto, l' interno del quale faceva parte della città protetta verso l' est dalla cittadella chiamata Birsa, prima abitazione dei fondatori di Cartagine. Tale era lo stato di questa superba città popolata da 700,000 abitanti ben agguerriti, quando i Romani che da gran tempo ne avevano giurata la perdita, ne intrapresero l' assedio che fu seguito dalla intera distruzione di essa l' anno 603 di Roma e 145 anni prima di Cristo, dopo un' esistenza di oltre 700 anni e dopo aver regnato sul mare con uno splendore che non ebbe mai pari.

621. Asdrubale, fratello del grande Annibale, anch' esso generale cartaginese, fondò la nuova Cartagine, oggidì Cartagena, 78 anni innanzi alla distruzione

della prima, su la costa più meridionale di Spagna nel regno di Murcia. Già da lungo tempo questa fiera repubblica aveva fondato degli stabilimenti nella Spagna, le cui miniere d'oro e d'argento eccitavano la sua avarizia, quando Asdrubale tentò questa grande impresa in un golfo disposto a maraviglia per conseguire il suo scopo.

Di tutti i luoghi che la natura ha potuto offrire per stabilirvi un buon porto, non se ne trovò mai nessuno che avesse minor bisogno dei soccorsi dell'arte. Questo golfo, circondato da montagne, rinchiude un grande spazio di mare, in cui le navi possono sempre essere a galla malgrado il decrescere delle sue acque che hanno flusso e riflusso per essere vicino all'Oceano per lo stretto di Gibilterra. Esso era naturalmente chiuso dall'isola Scombraria che non lasciava a destra ed a sinistra se non due gole pel libero passaggio delle navi, che vi potevano entrare facilmente col favore del vento sud-ovest. Per maggior vantaggio questo golfo conteneva nel fondo una penisola attaccata alla terra ferma da un istmo assai stretto che si poteva considerare come una diga fatta espressamente per servire di comunicazione.

622. In questa penisola Asdrubale edificò Cartagena che ne occupava tutta la capacità conveniente ad una grande città; e quindi il piede de' suoi baluardi era quasi dovunque bagnato dalle acque del mare. Nondimeno giova osservare che dalla parte dell'ovest, nel sito chiamato lo stagno, non aveva che due piedi circa di profondità durante le basse maree senza che si fosse pensato a fortificare questo lato della piazza più degli altri, ove il mare aveva quasi 30 piedi, specialmente verso il porto situato all'est della città: tutta l'attenzione di Asdrubale si rivolse principalmente a fortificare la parte dell'istmo.

623. I Cartaginesi godevano di tutti i vantaggi che avevano sperato dallo stabilimento di questo nuovo porto che divenne il luogo principale del loro dominio in Ispagna, il rifugio delle loro flotte, il magazzino della loro armata, il deposito delle ricche spoglie delle provincie Spagnuole, in una parola il centro del loro commercio sul Mediterraneo e l'Oceano; quando 18 anni dopo la sua fondazione Scipione se ne impadronì improvvisamente in un giorno solo.

Questo capitano conoscendo l'ora in cui la marea doveva ritirarsi e render attaccabile la città dalla parte dello stagno, per prenderla d'assalto, approfittò dell'ignoranza in cui erano i suoi soldati circa il flusso ed il riflusso del mare per eccitare il loro valore, dando alla sua intrapresa l'aria del miracolo. Disse loro che Nettuno gli avea promesso di abbassare le acque che difendevano Cartagena quando la scalerebbero, e che prima di venire a ciò giudicheranno essi pure della protezione che quel Dio avea promesso di accordare. Appena la sua armata piena di sì felice presagio fu accampata sulle alture intorno alla città, Scipione annunziò ad essa che all'indomani a mezzodì, vedrebbe a ritirarsi la maggior parte delle acque del golfo. Essendo avvenuto il prodigio all'ora indicata, si può giudicare dell'impressione che fece su gli animi. Tutti i soldati sarebbero corsi all'istante per prendere la piazza se il loro generale non avesse fatto intendere che avevano bisogno di riposo; ma che il dì seguente li condurrebbe egli stesso al piede dei baluardi, certo com'era che Nettuno opererebbe lo stesso prodigio. Infatti all'indomani la città fu presa d'assalto dalla parte dello stagno, senza che il presidio, di soli mille uomini, avesse tempo, per così dire, di accorgersene.

624. Da tale conquista ne venne la perdita del dominio Cartaginese in Ispagna, la quale passò sotto quella dei Romani. Dopo Cartagena fu ruinata dai Goti ed era ridotta ad un semplice villaggio situato sul lato settentrionale, quando Filippo II, re di Spagna, che conosceva la bontà del suo porto e la sua importanza, la fece fortificare nel 1570 per metterla nello stato in cui ora si trova.

625. La repubblica di Cartagine era al suo più alto grado di possanza, quando Alessandro Magno, dopo l'assedio di Tiro, gettò i fondamenti di Alessandria, 332 anni prima di Cristo. Questo principe, costeggiando le rive d'Egitto verso la foce del Nilo, osservò fra l'isola di Faros ed il lago Mareotide, un luogo estremamente acconcio per adempiere lo scopo da lui propostosi di edificare una città degna di portare il suo nome; infatti non ve ne fu mai nessuna situata meglio di Alessandria per divenire l'emporio di tutte le merci dell'Oriente e dell'Occidente; il suo porto compreso fra l'istmo e l'isola di Faros che lo copriva, aveva libero commercio col Levante pel Mar Rosso ed il Nilo che gli dava l'ingresso alle vaste e ricche contrade dell'Etiopia, perocchè il lago Mareotide fu congiunto al Nilo e questo al Mar Rosso con un canale, come dimostreremo altrove. D'altronde pel Mediterraneo e per l'Oceano era aperto ad esso il commercio del restante dell'Affrica e dell'Europa. La facilità di approdare a questo porto famoso vi attirò ben presto il traffico che si era fatto a Tiro, e si vedevano arrivare da ogni parte le navi straniere e partirne altre che portavano le loro merci a tutte le parti della terra allora conosciuta.

626. Alessandro non visse abbastanza onde vedere il florido stato a cui il commercio aveva innalzata la città di cui era fondatore, ma dopo la sua morte i Tolommei, ai quali toccò l'Egitto, si adoperarono a tutta possa per accrescere la nascente gloria di Alessandria: quello che fu chiamato Filadelfo, s'arricchì più di ogni altro delle opere necessarie a farne il porto più magnifico del mondo: e vi pervenne unendo l'isola di Faros al continente con un'ampia diga che formò due porti separati, ma che avevano una comunicazione per mezzo di due passaggi fatti nello spessore della diga, tagliata da due porti, ciascuno difeso da una fortezza eretta nel mare su fondamenti che al pari di quelli della diga avevano più di 36 piedi di profondità d'acqua. L'ingresso a questi porti fu guarentito dal moto della onde con moli che terminavano alle estremità dell'isola di Faros. Siccome il porto che guardava all'est era difficile a cagione di varj gruppi di scoglio, Tolommeo fece innalzare sul promontorio orientale dell'isola la famosa torre del Faro che serviva non solo ad illuminare, ma anche a difendere l'accesso al porto grande, perocchè le navi che venivano dal mare erano costrette a costeggiarla per evitare gli scogli che stavano dall'altra parte, in guisa che non si poteva entrare in tal porto senza il consenso di quelli che custodivano la torre. Questo superbo edificio, degno di essere annoverato fra le sette maraviglie del mondo, fu eseguito sotto la direzione di Sostrato, abilissimo architetto dell'età sua; la base di esso di figura quadrata di circa 104 tese per lato, conteneva al pianterreno un magnifico edificio in cui era alloggiata la guarnigione che vi si manteneva; in mezzo era innalzata la torre di otto piani, ognuno dei quali aveva una risega in forma di galleria, il tutto decorato da una magnifica architettura eseguita con pezzi di marmo bianco di prodigiosa grandezza. Durante la notte si manteneva

alla sommità di questa torre, alta 75 tese, un gran fuoco che si scopriva nel mare alla distanza di 300 stadj, cioè 20 leghe circa, il che era di grande vantaggio ai piloti, che non avendo in que' tempi altri mezzi per dirigersi, tranne la guida di alcune stelle, erano esposti a fare delle strade false quand' esse non si vedevano. Ora non rimangono che misere vestigia di quest' opera grandiosa, che diede il proprio nome a tutte quelle di questa specie dopo aver essa pure preso il proprio dall'isola su cui fu edificata.

627. Uno dei grandi vantaggi del porto d' Alessandria, ove le navi si trovavano perfettamente al coperto, era quello di potervi entrare ed uscire liberamente quasi con ogni vento. Che se il mare era agitato all'Occidente, passavano con facilità dall' altra parte; al contrario se le onde incomodavano verso l' Oriente avevano la stessa facilità di porsi all' Occidente, e quindi di scegliere fra i due ingressi quello che più conveniva.

Questi porti di ottima profondità erano capaci di contenere una quantità prodigiosa di navi, e non si può leggere senza maraviglia la descrizione che fanno gli storici di tutti gli edificj proprj alla marina che si vedevano innalzati nei dintorni e nell'isola di Faros. Pretendesi che Filadelfo vi mantenesse per la sicurezza de' proprii Stati più di 120 galere armate, alcune delle quali di enorme grandezza, ed una infinità d'altri navigli destinati al commercio.

628. Non dico nulla della grandezza e bellezza della città piena d'immenso popolo, ricca, superba pe' suoi edifiej, ove non si vedevano che tempi, palagi e piazze pubbliche riccamente decorate di colonne marmoree. Farò soltanto rimarcare che Dinocrate, a cui Alessandro aveva affidato la direzione delle grandi opere da lui ordinate, nel tracciare le contrade ebbe cura di orientarle in guisa che i venti elisei che soffiano dal nord potessero rinfrescar la città e produrvi una temperatura d' aria che contribuisse alla salute degli abitanti.

629. Questa famosa capitale dell' Egitto, soggiorno de' suoi re, rivale di Atene e di Roma, dopo essere stata per lungo tempo la più florida città del mondo, subì la sorte di Tiro e di Cartagine, ed ora non è più che un triste asilo sotto il dominio del gran Signore, ove poche vestigia si trovano di quei superbi monumenti di cui Strabone fa sì pomposa descrizione. Essa fu ruinata l' anno 1250 dai Francesi e dai Veneziani, che la smantellarono e vi misero il fuoco vedendo che non la potevano mantenere. Siccome i suoi due porti sono rimasti praticabili, essendo il vecchio destinato alle navi ottomane e quello che diecsi porto nuovo, aperto agli Europei, vi si fa ancora molto commercio.

630. Fra tutte le città antiche conosciute nessuna fu più celebre di Atene, per la bontà e magnificenza del suo porto, per la maestà de' suoi edificj, per la forza del suo recinto, per la gloria degli eroi ch' essa produsse, per la saggezza delle leggi, l' eccellenza del suo gusto nelle lettere, scienze ed arti che la resero la maestra del mondo intero: e tutto ciò che la pittura e la scultura avevano prodotto di più maraviglioso nelle altre parti della Grecia, le serviva di ornamento. I tempj, i portici, i circhi, le scuole pubbliche ed i teatri erano tanti capolavori dell' arte. Sembra che la natura siasi compiaciuta di formare la situazione di questa città espressamente pel commercio, facendo lungo la costa gran numero di siti atti a tenere al coperto le navi; vantaggio che sollecitava ogni nazione a recar-

visi per commerciare e soddisfare la loro curiosità di vedere le maraviglie che la fama pubblicava di questa città superba; quindi il numero prodigioso de' suoi abitanti e le ricchezze che il commercio da ogni parte le recava.

631. Questa città situata nell'Attica sul mare Egeo, al di sopra del fondo del golfo Saronico, fu edificata verso l'anno del mondo 2496, e 1558 anni prima dell'Era Cristiana. Il porto più antico di cui fece uso dapprima fu quello di Falera; ma gli Ateniesi lo abbandonarono in seguito per acceglierne un altro più sicuro e meno esposto ai colpi di vento. Temistocle, uno dei più celebri cittadini d'Atene, dopo aver notato che il golfo precedente poteva divenire uno dei porti più eccellenti del mondo, pensò che durante la sua magistratura non poteva rendere maggior servigio alla patria, che adattare questo golfo alla marina. Con tal vista lo circondò di un buon recinto che si stendeva dalla parte di terra comprendente pure due altri porti minori. Il primo situato a levante del precedente fra una picciola isola e la sponda in cui era una casa chiamata il Pireo; il secondo all'occidente formato da un picciol golfo presso cui era pure un'altra casa detta Munichio, che in seguito con la prima fece parte della nuova città che Temistocle edificò.

632. Intorno al grande bacino che formava il golfo principale si costruirono arsenali e vasti magazzini per l'uso della marina e del commercio, in guisa che in poco tempo questa nuova città, denominata Pireo, si trovò prodigiosamente popolata e composta di una quantità di edificj che in magnificenza non cedevano ai più belli d'Atene. D'altronde Temistocle fece innalzare moli superbi per mettere al coperto i tre porti dai venti trasversali di sud-est e dalle correnti che circolavano intorno al Capo Colonna. Il porto grande che poteva contenere più di 400 navi fu destinato alle galere della repubblica, e gli altri due servivano pel commercio; nondimeno sembra che quello di Munichio sia stato più frequentato dai negozianti a cagione senza dubbio della sua facile imboccatura, mentre gli storici parlano poco dell'altro.

633. Per facilitare una comunicazione sicura fra il Pireo ed Atene, Temistocle li congiunse con due lunghe mura di enorme grossezza. Tutte queste grandi opere furono eseguite in pochissimo tempo, malgrado l'opposizione dei Lacedemoni, che non potevano vedere senza gelosia la potenza a cui gli Ateniesi andavano ad innalzarsi pel commercio e per le forze marittime. Onde attirare un gran numero di operaj e di marinaj nella nuova città, Temistocle fece loro accordare vantaggi ed immunità; il suo disegno essendo quello di volgere tutte le forze d'Atene alla marina; e per giugnervi fece ordinare che tutti gli anni si costruirebbero 20 navi a spese della repubblica.

Atene dopo aver subito varie rivoluzioni perdette insensibilmente il suo splendore; pure è ancora una città denominata *Setines*.

634. Fra tutte le isole del Mediterraneo, non ve n'ha alcuna in cui la natura abbia fatto maggior numero di luoghi comodi per istabilirvi eccellenti porti, come in quella di Sicilia. Quindi i suoi abitanti seppero approfittarne nella necessità di mantenere flotte numerose, o per difendersi contro Atene ed i Cartaginesi, o per asportare le biade che quell'isola produceva in grande copia.

Il più bello di questi porti fu quello di Siracusa, che ne era la capitale, città fra le più celebri dell'universo, pel vantaggio della sua situazione, per la prodigiosa estensione del suo triplice recinto che aveva più di otto leghe di circuito, la magnificenza de' suoi edificj, la comodità dei suoi tre porti, ed ancora per esser patria del sommo Archimede, genio trascendentissimo.

Il suo gran porto, di figura quasi elittica, situato su la costa orientale della Sicilia in una penisola, aveva 2,600 tese dal nord all'est. Esso era coperto dalla città verso il nord dalle montagne che si stendono al sud ed all'ovest, guardato dalla parte del mare dal promontorio plemmiro, su cui era edificato un buon castello ed anche dall'isola Ortigia. Fra quest'isola e la città vi è un picciolo braccio di mare di cui si era fatto un picciol porto chiuso da due moli che non lasciavano che un sufficiente ingresso al passaggio dei vascelli mercantili, mentre il precedente si era riservato a quelli da guerra.

L'isola Ortigia, circondata da un recinto fiancheggiato di torri, comprendeva il famoso forte di Aretusa, il palazzo dei re, gli edificj proprj della marina, i granaj pubblici e comunicava con la città per un ponte di pietra. Vi era pure un terzo porto chiamato Trogilo, situato in una picciola baja adiacente alla parte settentrionale della città, ma meno frequentato dei precedenti.

Dalla parte dell'ovest l'accesso del porto grande era difeso da una cittadella chiamata Olimpia, che colle altre fortezze faceva sì che Siracusa era considerata come una città imprendibile, avendo provato molti assedj senza che i nemici abbiano potuto prenderla; nondimeno fu ridotta in potestà dei Romani da Marcello l'anno di Roma 542, e 212 prima di Cristo. Essa sostenne un lungo e penoso assedio in cui Archimede trasse dal suo genio maggiori mezzi di difesa che non potevano produrne le armi congiunte dei cittadini. Ei rese lungo tempo inutili gli sforzi di due numerose armate e giunse a sconcertare le misure di uno dei più grandi capitani di questa potente repubblica. Esempio memorabile degli artificj che un uomo solo può tirare della sua capacità, per la difesa di una piazza, senza che abbia avuto bisogno d'incanutire nel mestiero dell'armi per rendersi illustre.

635. Archimede, prossimo parente di Jerone re di Siracusa, si era interamente dedicato allo studio delle matematiche di cui può essere riguardato come l'inventore, e non aveva cercato che di soddisfare il suo spirito senza curarsi di rivolgere le sue speculazioni al vantaggio della società, quando un giorno il re gliene fece un dolce rimprovero e l'impegnò a lavorare alla costruzione delle macchine per l'attacco e la difesa delle piazze. Questo sublime geometra vi si applicò con tanto successo che i Romani non provarono mai effetti più formidabili di quelli delle macchine che loro oppose, senza parlare di tutti gli altri mezzi da lui messi in opera per respingere gli approcci e distruggere le loro flotte, sicchè Roma con tutta la sua potenza fu sul punto di disperare di prendere Siracusa; infatti, Marcello vedendo che Archimede quasi per incanto, dal fondo del suo gabinetto distruggeva le sue valorose legioni senza combattere ed anche senza comparire sui baluardi, prese il partito di cangiare l'assedio in blocco rinunciando alla gloria d'impadronirsi della città a forza aperta, e forse anco non vi sarebbe riuscito se il tradimento di alcuni Siracusani fuggitivi non

avessero facilitato il modo di prenderla per sorpresa dopo essersi difesa per ben tre anni.

Ora il porto di Siracusa, già sì vasto e magnifico, è in parte colmato, e non rimane più di questa città superba che una misera abitazione nell' isola Ortigia; il resto fu distrutto in un giorno solo l' anno 1693 da un terremoto.

636. Fra gli altri porti di Sicilia quello di Messina sembra meritare una particolare attenzione per la sua situazione su lo stretto chiamato il Faro di Messina, sì formidabile per la violenza delle sue correnti, dello scoglio e del vortice chiamati dagli antichi Scilla e Cariddi, che si trovano al suo ingresso settentrionale, il cui passaggio è tanto pericoloso che quando vi sono trascinati i vascelli per la forza del flusso o da quella dei venti, vi periscono senza scampo. Siccome esso è sovente impraticabile, gli antichi hanno approfittato della forma vantaggiosa che presentava la costa di Sicilia verso l' imboccatura precedente, per istabilirvi il porto di Messina acciò le navi si potessero tenere al coperto, aspettando il tempo favorevole di passare questo stretto terribile; frattanto avendo riconosciuto che nelle burrasche non potevano sempre afferrare questo porto, e che allora altre correnti più lontane li esponevano ai maggiori perigli, ne stabilirono un secondo di rifugio, otto leghe più sopra su la stessa costa dalla parte di occidente in un picciolo porto formato dal Capo Melazzo su cui sono edificati la città ed il castello di questo nome. Devesi osservare che le correnti dopo essersi ripiegate contro Capo Melazzo, e aver perduto molta della loro rapidità, portano naturalmente le navi nel porto di Messina di cui facilitano l'ingresso di molto; così con questo si assicura il loro commercio.

637. Per poco che si consideri il porto di Messina, non si può negare che non sia veramente degno di ammirazione; esso è guarentito dalla parte di levante da una penisola o lingua di terra atta a coprirlo ancora dalla parte di mezzodì, ove bastò prolungarla con un molo alla cui estremità si è elevato il castello di S. Salvadore che ne difende l' ingresso unitamente alle batterie della piazza, senza parlare della cittadella edificata alla moderna che impone ad esso da ogni parte. Questo porto si estende lungo la città per quasi 1500 tese di lunghezza e 600 di larghezza; è dovunque di un eccellente ancoraggio e passa per uno dei migliori del Mediterraneo. Benchè abbia provato varj infortunj si è finora sostenuto in buono stato per la necessità in cui si trovarono i sovrani che lo possedettero di mantenerlo, mentre il suo Faro o canale, è il passaggio di tutti i vascelli che commerciano col levante.

638. Il porto di Rodi, capitale dell'isola dello stesso nome, situata nel Mare Mediterraneo, presso la costa di Natolia, da cui è separata con un canale largo sette leghe, è stato troppo celebre per la sua magnificenza e pel suo celebre colosso, per non darne una breve descrizione, tanto più che questo porto ci offrirà un esempio sul modo di bonificare quelli che saranno in simil caso.

La città di Rodi edificata 740 anni prima di Cristo, è una di quelle del Mediterraneo che si è meglio sostenuta, malgrado il numero degli assedj che parevano cagionarne più volte la totale ruina. Il suo porto che può passare per uno dei più belli di quelli che rimangono degli antichi, è formato da un golfo all' est dell'isola chiuso naturalmente dalla parte del

mare con banchi di roccie che non lasciano che un sufficiente ingresso ai vascelli. In questo golfo, di figura quasi circolare a del diametro di circa 120 tese, ve n'era un altro più piccolo dalla parte del nord adattato ad uso di bacino per le galere. Una così felice disposizione non poteva a meno di dar luogo a stabilirvi una grande città in un'isola fertile e favorita dal più bel cielo. Quindi non tardò a divenire ricca e fiorente pel gran commercio che la sua posizione la metteva in istato di fare.

639. Siccome al sud della rada vi era un promontorio, vi si è fabbricato un castello che dominava la città e parte orientale della costa. Su la qual cosa devesi osservare che le acque del canale spinte da quelle dell'arcipelago formavano una corrente, che, dopo aver girato intorno a questo promontorio, colpiva un seno formato da un picciolo capo situato al nord, il che rendeva pericolosissimo l'ingresso del porto a motivo dei vortici d'acqua che trascinavano i vascelli contro gli scogli vicini.

Per rimediare a tale inconveniente si fece un molo lungo 130 tese fra il recinto del porto ed uno scoglio su cui si è innalzato un forte per difendere la rada insieme al primo. Con ciò le acque non potendo più seguire la loro direzione ordinaria, si sono rintuzzate e quindi resero l'ingresso del porto buono quanto potevasi desiderare. Questa idea ha pure cagionato un altro vantaggio, che è quello di aver dato luogo ad un secondo porto nel seno precedente, in cui il mare è divenuto così quieto come era prima agitato a cagione della riflessione che ad esso procurava la corrente. D'altronde i vascelli vi si trovavano al coperto dai venti del sud e dall'est pei due capi testè menzionati.

640. Rodi aveva anticamente tre recinti fiancheggiati di torri estramamente alte con una fossa al piede di ciascuna cinta. Il primo circondava la città dietro il porto e terminava verso il nord all'arsenale della marina chiuso in una fortezza che faceva le veci di cittadella. Il secondo cingeva ogni cosa, ed il terzo vi si univa verso l'est, con due angoli che servivano di fianco per difendere l'ingresso del porto, ov'era innalzato il colosso che serviva di Faro, in modo che i vascelli passavano a vele spiegate fra le sue gambe. Esso era piantato su la piatteforme di due torri fondate ciascuna sopra uno scoglio. Questo colosso che rappresentava una statua d'Apollo alta 126 piedi, teneva uno scettro in una mano e nell'altra, il cui braccio era teso, un vaso da cui usciva una gran fiamma che serviva ad illuminare durante la notte l'accesso e l'interno del porto.

È verosimile che per mantenere la luce di questo fanale vi si ascendesse per una scala fatta nel corpo di questa statua prodigiosa, ove si poteva facilmente entrare per la pianta del piede, giudicandone dalla grossezza del suo pollice, che aveva circa 6 piedi di perimetro. Pretendesi che i Rodiani l'erigessero in onora di Apollo, poco dopo che Demetrio ebbe levato l'assedio a questa città. Esso era la prima delle sette meraviglie del mondo, e l'opera di un allievo del famoso Lisippo chiamato Care, che impiegò dodici anni a farlo. I Saraceni, impadronitisi dell'isola di Rodi nel 653, trovarono questo colosso steso presso il porto, ove era rimasto lungo tempo dopo essere stato rovesciato da un terremoto. Essi lo vendettero ad un ebreo, che avendolo fatto spezzare ne ricavò 7200 quintali di metallo, ed aveva costato 300 talenti od 1,500,000 lire tornesi.

Non essendo mio scopo il parlare delle diverse rivoluzioni che provò Rodi dalla sua fondazione, mi basterà dire che nel 1310, dopo la perdita di Gerusalemme, i cavalieri di S. Giovanni la presero ai Saraceni, che l'avevano tolta agl' imperatori di Costantinopoli; che questi cavalieri la possedettero fino al 1522, epoca in cui venne assediata e presa dai Turchi, che ne rimasero padroni fino al presente.

641. Il più antico porto d'Italia menzionato dagli storici è quello di Taranto, fatto da una colonia Spartana, che si stabilì nel regno di Napoli 700 anni circa prima di Cristo. Questa colonia scelse una penisola nel golfo e vi edificò la città e cittadella di Taranto, situata molto vantaggiosamente pel commercio; essa si rese celebre ben presto pel suo traffico, per la magnificenza de' suoi edificj e più ancora per lo studio delle lettere che vi s'insegnavano. Divenuta alleata di Roma, godette lungo tempo di un perfetto riposo; ma essendosi meritata lo sdegno di questa formidabile repubblica, per aver aperte le porte ad Annibale che vi fece trucidare la guarnigione romana, essa non tardò a subire la pena della sua infedeltà. Fu presa e saccheggiata da Fabio che ne esportò immensi tesori l'anno di Roma 544, e 288 prima di Cristo. La posizione di un porto così bello conveniva incredibilmente ai Romani per essere più a portata di sottomettere Cartagine; ma d'allora in poi subì, come i precedenti, le vicende delle cose terrestri, ed ora non è più capace che di piccioli bastimenti, essendosi insensibilmente otturato per difetto di manutenzione.

642. I Salentini, vicini a Taranto, popoli che occupavano il paese dal Po fino all'estremità orientale d'Italia, erano quasi i soli di questo continente che si rifiutassero ancora al dominio dei Romani, quando questi intrapresero di sottometterli per possedere Brindisi situato verso l'imboccatura dell'Adriatico. Essi lo desideravano da gran tempo a motivo del suo porto, uno dei più magnifici e sicuri d'Italia, pei grandi imbarchi. D'altronde la città era bella, opulenta assai, ed avea ben d'onde eccitare la loro cupidigia, e l'impadronirsene era un facilitare l'estensione delle loro conquiste in Affrica ed in Asia. I consoli Giulio Libone e Regolo furono dunque incaricati di soggiogare i Salentini e soprattutto di prendere Brindisi; il che fecero non senza trovare molta resistenza da un popolo bellicoso, che avea sempre nodrito per questa repubblica un odio implacabile; ma finalmente, vinto da una potenza cui nulla poteva resistere, Brindisi divenne una colonia romana. Da quell'epoca in poi questa città fu più volte presa e ripresa dai Barbari che la ruinarono sovente; ma essendosi rialzata sempre dalle proprie sciagure è anche al dì d'oggi florida ed il suo porto è in buonissimo stato. Esso è diviso da argini di murazione in varj bacini particolari, ove le navi sono perfettamente al sicuro avendo un ingresso lungo e stretto, comune a tutte le darsene.

Tacerò di altri porti di cui s'impadronirono ancora i Romani lungo le coste d'Italia, come quello di Otranto sul mare Adriatico all'ingresso del golfo; quello di Reggio sul faro di Messina in faccia a questa città; quello di Luni sul Tirreno presso la città d'egual nome in Toscana ed altri, per parlare di quelli che da loro stessi furono stabiliti.

643. Sembra che soltanto al tempo della prima guerra punica i Romani, si applicassero alla navigazione, sentendo più che mai la necessità di avere delle flotte per ruinare le forze marittime di Cartagine. Fino a quel tempo

privi di navigli erano costretti a ricorrere ai loro alleati, specialmente a quelli di Reggio e di Taranto, dai quali li ebbero per trasportare in Sicilia le truppe inviate a soccorrere Messina in procinto di cadere sotto il giogo dei Cartaginesi. Fu in questa occasiòne che gelosi della superiorità che questi ultimi avevano sul mare, diedero opera alla costruzione di un gran numero di galere; ma siccome non avevano porti proprj per metterle al sicuro, presero il partito di procurarsene colla forza, impadronendosi di tutti quelli di cui abbiamo parlato, che li misero in caso di spingere, come abbiamo detto, cotanto lungi le loro conquiste. Non già che non conoscessero la navigazione fino dai primi tempi del loro stabilimento in Italia, ma l'avevano limitata al solo trasporto delle cose necessarie alla sussistenza di Roma.

644. È noto che Anco Marzio, quarto re di Roma, fece edificare la città d'Ostia alla foce del Tevere, onde servire di emporio alle derrate ed alle merci che giugnevano per mare alla capitale; che vi si scaricavano le navi straniere in altre più picciole, perchè il Tevere non dava acqua sufficiente acciò le grosse potessero giugnere a Roma, il che costringeva a tenersi all'áncora nel mare ov'erano esposte alle tempeste, al che Giulio Cesare aveva voluto rimediare appena si vide imperatore colla costruzione di un porto che la breve durata del suo impero non gli permise di eseguire.

645. Augusto appena fu signore dell'impero pensò a costruire porti ancor più comodi e sicuri di quelli che la repubblica si era appropriati. Cominciò dal formare quello di Miseno, sotto la direzione di Agrippa che fu incaricato di congiugnere al mare i laghi Lucrino e d'Averno, poco distanti l'uno dall'altro. Perciò demolì un antico argine lungo mille passi che separava il mare dal lago Lucrino, picciolo golfo situato fra Miseno e Pozzuoli e vi praticò due ingressi pel passaggio dei vascelli. Fece poscia scavare un largo canale da un lago all'altro, affinchè quello d'Averno si trovasse perfettamente al sicuro da tutti i venti e servisse di ricovero ad una delle due armate navali che Augusto voleva mantenere per la sicurezza delle coste d'Italia. In secondo luogo edificò i porti di Ravenna, ove fece innalzare monumenti degni della gloria del suo impero, e fra gli altri un faro che non cedeva a quello di Alessandria. Non rimane ora nessun vestigio di questo porto, che si è così colmato di sabbia che la città trovasi distante 3 miglia dal mare; quello di Rimini, che pure è stata una delle opere più memorabili del regno di quest'imperatore, ebbe la stessa sorte malgrado ciò che vi era ben degno di essere conservato. Un vasto bacino munito di sponde preceduto da due dighe con edificj atti alla marina pei grandi armamenti, il tutto rivestito di marmo bianco, offriva il più magnifico spettacolo che si potesse vedere, senza parlare di ciò che serviva all'ornamento della città ov'era un bell'anfiteatro, un superbo ponte sulla Marecchia ed un arco trionfale costrutto pure in marmo.

646. L'imperatore Claudio volendo condurre a Roma l'abbondanza, intraprese il grande progetto concepito da Giulio Cesare di costruire una nuova città ed un porto alla destra della foce del Tevere in fronte ad Ostia, di cui portasse il nome, come se tutte e due non ne formassero che una sola attraversata dal Tevere. Benchè questo disegno fosse di una spesa enorme e di esecuzione difficilissima, nessun ostacolo potè impedire di condurlo alla sua perfezione; riducevasi principalmente a scavare nella terra

ferma un vasto bacino per ricevere le acque del mare, e per guarentirlo dagli insabbiamenti fece innalzare al suo ingresso due moli paralelli, formanti un canale serpeggiante, per impedire che le onde si portassero direttamente nel porto. Innanzi a questi moli se ne innalzò un altro in forma d'isola, su cui fu eretto un bellissimo faro.

Intorno al porto si erano fatti tutti i comodi necessarj alla marina ed al commercio, principalmente delle sponde accompagnate da gallerie ad arcate sostenute da colonne di marmo, corrispondenti ai magazzini per le merci. Qualche tempo dopo, Trajano aumentò la capacità di questo porto dandogli maggior profondità e lo portò ad un grado di magnificenza da superare tutto quanto fu eseguito dai Romani. Questo porto sarebbe forse anche oggi l'oggetto della nostra ammirazione, se papa Gregorio IX non l'avesse distrutto per tema che i Saraceni ne usassero contro Roma.

647. Trajano non contento degli aumenti fatti alla nuova Ostia, volle anche segnalarsi colla costruzione di un altro porto presso Ancona. Egli prese tutte le misure possibili per renderlo più comodo che mai, e per guarentirlo dalla rapidità delle correnti, lo formò a gomito e l'abbellì di tutti gli ornamenti di cui poteva essere suscettibile, principalmente di un arco trionfale di cui si vedono ancora bellissimi avanzi.

CAPO TERZO

DESCRIZIONE DEI PORTI PIÙ CONSIDEREVOLI STABILITI DAI MODERNI CON OSSERVAZIONI ISTRUTTIVE SU CIÒ CHE HANNO DI PARTICOLARE.

Se la maggior parte dei porti d' Italia è in oggi fuori di stato di servire, in compenso i principi a cui toccò in divisione questo bel paese ne hanno fatto o bonificati de' nuovi che non cedono ai precedenti; tali sono fra gli altri quelli di Napoli, di Livorno, di Genova e di Civitavecchia.

648. Il porto di Napoli passa a ragione pel più considerevole delle coste d'Italia per la sua posizione ed i vantaggi della sua forma. Esso è in una baja molto vasta, perfettamente coperta dall'ovest fino al nord nord-ovest dalle isole d' Ischia e di Procida e dal promontorio Miseno; ed al sud-sud-est dal Capo Campanella e dall' isola di Capri, in guisa che la sua rada non può essere battuta che dai venti di sud-ovest. Il suo più comune ingresso è fra l'isola d' Ischia e di Capri, Vi si può bordeggiare in tutta sicurezza, gettar l' áncora in un gran numero di seni e scegliere i più favorevoli per guarentirsi dal vento trasversale.

In fondo a questa baja è la città di Napoli, bella e magnifica, situata sopra un terreno che si avanza nel mare e forma un gomito ov'è rinchiuso il porto coperto da un molo bellissimo di circa 200 tese con un altro di 120 per impedire che le navi sieno incomodate dai rivolgimenti dell' acqua; si áncora in questo porto a quattro in cinque braccia d' acqua; e siccome esso è molto più elevato del fondo della baja, che nel mezzo ne ha perfino 120 di profondità, questa enorme pendenza fa sì che il moto del mare lo netta agevolmente.

649. Il porto di Livorno, uno dei più mercantili d' Italia, non è famoso meno del precedente. Esso è stabilito in fondo al golfo dello stesso nome verso le foci dell'Arno in Toscana; si è diviso in grande e picciolo porto. Il primo reso comodissimo per mezzo di un molo magnifico è destinato alle navi mercantili, ed il secondo, accompagnato da bellissimi arsenali, è riservato per le galere.

650. Al tempo che i Romani compievano la conquista d' Italia, Genova una delle più antiche città della Liguria, era già bella e fiorente. Nel porto di essa approdò Magone generale cartaginese, l' anno di Roma 548, con una flotta di 30 navi da guerra ed un gran numero di trasporti caricati dell'armata che si unì a quella dei Galli contro i loro comuni nemici. Questo porto ora più ricco e florido che mai, formato da un seno che guarda al

sud aveva alla sua estremità orientale una lingua di terra che abilitò i primi abitatori di Genova a formarsi una marina, mentre in questo luogo le navi si trovavano guarentite dai venti trasversali.

Siccome questo seno non poteva contenere che piccioli bastimenti a cagione del poco fondo che vi si trovava, si rimediò in seguito a tale inconveniente costruendo un molo lungo 400 tese che cominciò a rendere questo porto assai più considerevole, perchè più lungi va crescendo la sue profondità dalle 6 fino alle 15 braccia. Nondimeno, siccome l'eccesso ne era difficile ed anche pericoloso tanto per gli scogli come per le correnti che si ripiegavano contro il promontorio ov'è ora il fanale, e d'altronde nelle burrasche i vascelli all'áncora vi provavano scosse violenti, si costruì gran tempo dopo un altro molo il quale fa sì che l'ingresso del porto si trova coperto dall'altura di Carignano, ed i grossi vascelli vi sono più sicuri; ma non tanto bene come lo sarebbero se quest'ultimo molo fosse prolungato di più verso l'est.

Quanto a ciò che circonda questo porto non v'ha nulla di più imponente delle opere che ne difendono l'accesso, nè di più bello del suo arsenale della marina, delle due darsene per le galere, de' suoi cantieri di costruzione, delle sue cale e sponde senza parlare della magnificenza della città ben fortificata dalla parte di terra, fabbricata ad anfiteatro, popolata all'estremo, e la più commerciante d'Italia dopo Venezia, piena di superbi palagi, in somma una città i cui abitanti si mostrarono prodi in tutti i secoli, e massime ultimamente con molto splendore nelle circostanze più critiche in cui siasi trovata questa saggia repubblica, malgrado le frequenti rivoluzioni sofferte dopo il suo stabilimento, e dalle quali si è sempre rialzata con nuovo aumento di gloria.

651. Per parlare anche del porto di Civitavecchia nel patrimonio di S. Pietro che pretendesi edificato su le ruine di Centocelle di cui parlano Procopio e Plinio il Giovine, vedesi, Tavola 3, che essendo situato in una spiaggia si dovettero fare i suoi due moli AB, CD che hanno alla testa i forti B e D, e che si è coperto l'ingresso col terzo molo EF che termina di mettere questo porto al coperto dell' alto mare e dei venti trasversali. Devesi osservare che quest'ultimo molo nel cui mezzo è la torre G che serve di fanale, vi è una magnifica piattaforma capace di contenere numerosa artiglieria. Dei due passaggi quello di nord-ovest BE, ha 15 in 16 piedi d'acqua, e quello di sud-est DE, ne ha 25. Devesi osservare che le correnti battendo contro la costa al sud-est, facilitando questo secondo ingresso con la loro inflessione, vi passano d'ordinario le navi grosse. Si bagna nel porto presso la città a 12 in 15 piedi d'acqua, come pure sotto il molo adjacente al castello ove ne sono fino 18. Si può considerare questo come uno de' migliori, non avendo altro difetto che di essere troppo picciolo; esso contiene le galere del papa nel bacino fatto espressamente per esse. È divenuto d'altronde molto mercantile dacchè Innocenzo XII lo dichiarò porto franco dopo avervi fatto costruire delle opere degne della gloria del suo pontificato, segnalato per tante belle opere ed anche per la riparazione dei porti d'Anzio e di Nettuno, che i suoi predecessori avevano lasciato interrare.

Non si può negare che la disposizione data al porto di Civitavecchia sia molto felicemente immaginata, essendo la sola che sembri conveniente

quando trattasi di stabilire un porto sopra una spiaggia battuta dal mare. Recherà maraviglia come gl' ingegneri piemontesi non abbiano seguito la stessa idea per la costruzione di quello che attualmente fanno a Nizza, se pure non è da presumere che siensi decisi altrimenti dietro un maturo esame e serie riflessioni su la situazione dei luoghi; perciò, sebbene conosciamo il lungo, ci asterremo dal nulla ridire. Nondimeno, siccome dal solo confronto delle cose della stessa specie, se ne può apprezzare il giusto valore, spiegheremo il progetto di quest' ultimo porto lasciando il giudizio ai conoscitori delle cose marittime.

652. Esso è situato nord e sud, colla sua destra appoggiata alla scarpa dell' eminenza dell' antico castello di Nizza che è all' ovest, ed a sinistra al piede dalla rampa di Montalban direttamente all' est, occupando la picciola pianura che è fra l' una e l' altra. Questo porto sarà del tutto al coperto dei venti d' est ed ovest, ma siccome l' alto mare è molto burrascoso quando regnano i venti del sud, si è cercato di metterlo al coperto da questa parte con un molo C D, Tav. 3, lungo 240 tese diviso in due parti, la prima C E elevata 30 piedi circa sopra la superficie dell' acqua, terminata da un forte o castello E per difendere l' ingresso del porto indipendentemente dall' artiglieria che si può disporre lungo la piattaforma C G, e coperta da un parapetto di murazione, come si può vedere nel profilo riportato su la Tavola 22. Quanto all' altra parte F D di questo molo, esso secondo il progetto non deve essere innalzato che 10 o 12 piedi sopra il livello del mare.

Fra il porto e l' avanporto che non hanno, a quanto pretendesi, che 18 piedi di profondità d' acqua, vi sarà un cantiere di costruzione, il tutto munito di rive e di edificj per la marina, senza parlare dell' alta muraglia H I K, che si propone di fare per mettere a coperto dai venti del sud la parte del porto posteriore che non sarà guarentita dal molo superiore C E.

Considerando la situazione del porto si inclinerebbe a credere che il suo ingresso sarà di difficile approdo e che non può essere praticabile se non col vento d' est, mentre sembra che quando se ne fossero fatti due opposti come a Civitavecchia si avrebbe avuto il vantaggio di entrare ed uscirne per molti altri venti; ma forse questo difetto sarà riparato dalla rada di Villafranca che è in caso di ricevere le navi quando i venti troppo forti o contrarj non permetteranno ad esse di entrare in porto, perocchè ivi in tempo di calma potranno farsi rimorchiare dalle loro scialuppe, non essendo il tragitto che di 400 in 500 tese.

Giacchè siamo su la costa di Provenza è ben giusto che si descrivano i porti di Tolone, di Marsiglia e di Antibo, de' quali sono in caso di parlare avendovi soggiornato per del tempo, ed essendomi illuminato col conversare coi più abili ingegneri della marina.

653. Benchè Tolone sia uno dei migliori porti del Mediterraneo, non sembra che gli antichi v' abbian fatta molta attenzione, non restando verun vestigio che possa loro essere attribuito. Soltanto dopo che questo porto è passato in potere dei re di Francia ha cominciato a divenire d' importanza. Luigi XII fu il primo a conoscere tutto il vantaggio che il suo regno poteva cavarne; colpito dalla bontà della sua rada, vi fece costruire per difenderla la grossa torre come vedesi anche in oggi; poscia Francesco I ordinò la seconda, chiamata torre di Balaguer.

Nel 1594, Enrico IV ingrandì e fortificò la città. Siccome allora non vi era bacino separato dalla rada, vi fece innalzare a pietre perdute e ad incassatura due grandi moli F E G, G H I K, Tav. 3, per inviluppare ciò che ora chiamasi la vecchia darsena, il cui ingresso è in G.

Luigi il Grande arricchì poscia le opere de' suoi predecessori, avendo fatto ingrandire la città più del doppio di quello che era prima, e costrutta nel 1680 la nuova darsena F E D B A, capace di ricevere i più grossi vascelli. Il suo ingresso è situato verso il mezzo B, e difeso, come anche il precedente G, dai bastioni del recinto edificati con enorme dispendio su moli elevati a pietre perdute. Questo nuovo porto che comunica in L col vecchio è circondato di magnifiche sponde, munite di tutte le comodità convenienti all' arsenale di marina A N O M proprio ai grandi armamenti, e comprendente una quantità d' edificj la cui maestà annunzia la grandezza del monarca che li ha ordinati. Perciò questo porto può essere chiamato porto reale per distinguerlo dagli altri che sono unicamente mercantili. D' altronde per difender meglio ancora l' ingresso della rada vi si fecero costruire i forti dell' Eguillettes e di S. Luigi. Avremo occasione in seguito di parlare più dettagliatamente di queste grandi costruzioni per dedurne dei metodi confacenti a quelle che si fanno nel Mediterraneo.

654. La rada di Tolone gode di tutti i vantaggi che non così spesso si vedono riuniti nelle altre, e perciò la citiamo ad esempio. Essa ha un' estensione abbastanza considerevole per contenere una grande quantità di vascelli di linea al coperto dall' alto mare, non provando che un poco di scossa proveniente dalla parte di Santa Margherita; ma che non fatica molto. Il suo fondo è dovunque di belletta, e vi si può volteggiare senza tema di danneggiare i vascelli nel caso che sieno costretti ad entrarvi dopo aver perdute tutte le ancore; e vi si getta l' ancore a 4, 5, 6 e 7 braccia d'acqua. Il suo ingresso è sano e non ha che circa 600 tese da una riva all'altra, di modo che i fuochi delle batterie stabilite a destra ed a sinistra s' incrociano perfettamente. Essa d' altronde è difesa, come si è detto, da quattro forti che sono la Torre Grossa ed il forte S. Luigi all'est, quello dell' Eguillette e la torre di Balaguer all' ovest, senza parlare delle altre batterie sparse su la costa. Inoltre la montagna di Condon e quella di Nostra Donna della Guardia, accennano molto da lungi l' ingresso da questa rada, vantaggio grande per i vascelli stranieri che non conoscono particolarmente la costa.

655. Pretendesi che Marsiglia, ora una delle più belle e ricche città di Francia, il cui florido commercio si estende da tutte le parti della terra debba la sua origine ad una colonia di Focesi della Beozia provincia greca, che venne a stabilirsi in Provenza l'anno 164 di Roma e 590 prima dell' era cristiana. I Marsigliesi passano pei primi che di Grecia recassero nelle Gallie il gusto dell' arte e delle lettere, avendo stabilito dall' origine della loro città, delle scuole ove accorreva ad istruirsi la gioventù da ogni parte, ed anche quella di Roma. Valorosi e inciviliti sostennero' con vantaggio diverse guerre contro i Cartaginesi, i Liguri ed i Galli senza aver mai avute quistioni coi Romani di cui furono sempre i più fedeli alleati. La potenza e le forze dei Marsigliesi divennero sì considerabili che in seguito si videro in istato di edificare varie città e fra le altre Nizza,

Antibo e Agda, ch' essi popolarono col prodigioso numero di abitanti di cui si era accresciuta la loro capitale.

656. Per limitarmi a quanto riguarda il suo porto, esso è situato all' est al fondo di una baja che le serve di rada, secondo la giudiziosa massima degli antichi; ma questa rada è molto inferiore a quella di Tolone, perocchè i vascelli vi sono battuti dai venti di sud e sud est, non essendo coperti che da quelli dell' ovest e sud-ovest. Essa comprende verso il suo mezzo in fronte della città tre isole occupate dal castello Dif, dal forte Rotoneau e da quello di Pomegue, che difendono perfettamente questa rada, unitamente ad una quantità di batterie situate all' intorno su la costa che incrociano da ogni parte con quella dei forti precedenti. Si àncora in questa rada a 4, 5, 6, 7 e 8 braccia d' acqua più o meno secondo che si è distanti da terra; perocchè a certa distanza ve ne sono fino 45 di profondità.

Il porto che è rinchiuso nella città e che è stato in parte scavato con macchine a cucchiaie, ha il suo ingresso largo 45 tese, chiuso da catene sostenute da piloni di pietre che limitano il libero passaggio a 17 tese, e tali catene si chiudono a chiave durante la notte. Quest' ingresso termina al sud in una buona cittadella ed al nord col forte S. Giovanni, che lo rendono assolutamente impraticabile alle navi male intenzionate; perciò lo cito come esempio degno di attenzione. Essa ha inoltre un vantaggio unico che è quello di essere coperto interamente dal grosso mare e dai venti con un picciolo promontorio che si avanza dal sud al nord, non lasciando ai vascelli se non quel passaggio che occorre per entrare facilmente. In porto; di modo che si può dire che non ve n' ha punto il cui ingresso sia disposto più felicemente.

Questo porto dotato da Luigi XIV, del diritto di franchigia nel 1669, è stato per lungo tempo l' asilo delle galere della Francia, che diedero luogo a questo monarca di farvi magnifiche forme per la loro costruzione ed un arsenale ove si vede una delle più belle sale d' armi d' Europa; ma le galere ed il corpo relativo, essendosi riuniti alla marina di Tolone, il porto di Marsiglia divenne totalmente mercantile dal 1748 in poi.

657. Circa Antibo dirò di sfuggita che questa città fu unita alla contea di Provenza nel 1608 per l' acquisto che ne fece Enrico il Grande, che fu in seguito fortificata da Luigi XIII e da Luigi XIV che la misero nello stato in cui oggi si trova. Dalla pianta che ne presentiamo si vede che anticamente si trasse profitto del porto che la natura avea formato in questo luogo per stabilirvi un picciolo porto mercantile o semplicemente di rifugio. Siccome all' est vi si è trovato un banco di roccia C D E in continuazione del dirupo A B C, si è adattato ad innalzarvi un baluardo che copre la maggior parte del porto, il cui accesso è difeso dal bastione F e dal forte quadrato situato sopra un' eminenza che tiene in soggezione tutto ciò che potrebbe far ombra tanto dalla parte del mare come da quella di terra. Questo porto non avendo nulla di particolare non mi vi tratterrò di più, e terminerò con quelli di Gibilterra e di Malta quanto mi resta a dire sul Mediterraneo.

658. L' importanza del porto di Gibilterra all' imboccatura orientale del famoso stretto di tal nome su la costa d'Andalusia in Ispagna, merita di essere menzionato pel vantaggio della sua posizione, per la sicurezza dei

navigatori. Questo porto è formato da una penisola che si avanza dal nord al sud per circa 3000 tese unita alla terra con una stretta gola, che si va allargando fino a 600 tese nel luogo ov' è fabbricata la città ben fortificata sopra uno scoglio assai dirupato verso la Spagna ov' è affatto inaccessibile. Questa penisola forma con la costa che ad essa opponesi all' ovest una baja magnifica che guarda al sud. Essa è larga cinque quarti di lega e ne ha due circa di lunghezza. Essa è coperta dal nord al sud col Capo Carnero che la preserva dalle correnti riflesse dalle coste d'Affrica, che costeggiano il regno di Fez e facilitano l'ingresso a questa baja ai vascelli impegnati nello stretto, perocchè le maree vi portano al nord quarto-nord-èst. Intorno a questa baja si áncora dalle 10 fino alle 20 braccia d' acqua e molto più avvicinandosi al mezzo di cui non si conosce il fondo. È da rimarcarsi che nelle vive acque ordinarie il mare vi s' innalza e vi si abbassa per circa 6 piedi.

Alla spiaggia della penisola di Gibilterra che guarda all' ovest, la natura ha formato due seni distanti una lega e mezzo l' uno dall' altro, formanti due buoni porti che furono coperti ciascuno con un molo grande che si estende dal sud-est al nord-ovest. Quello di questi due porti che è più internato nella baja, e che trovasi immediatamente sotto la città, ha 10 in 12 piedi d' acqua a bassa marca; il secondo che lo precede è molto migliore avendo nello stesso tempo dai 20 ai 25 piedi d' acqua, il che lo rende di estrema utilità a cagione dell' irregolarità delle correnti nello stretto. Inoltre l' ingresso di questi porti essendo al nord-ovest si trova coperto dalla Spagna e quindi da tutti i venti. Ma la baja ha per venti di traverso quelli di sud-ovest e d' est-nord-est, che rendono il mare durissimo; frattanto non è meno felice pei naviganti il potervisi ristare in una burrasca e quindi afferrare uno dei due porti. D' altronde per giudicar bene della loro posizione si potrà ricorrere alla carta dello stretto di Gibilterra.

659. L' isola di Malta, così famosa per la distinzione dei cavalieri di S. Giovanni di Gerusalemme, ai quali appartiene dall' anno 1330 in cui l' imperatore Carlo V li mise in possesso, ha il suo porto situato così felicemente, che credo di non omettere di citarlo prima di lasciare il Mediterraneo. Sarà difficile formarsene una giusta idea senza il soccorso della sua pianta, che avrei di buon grado aggiunto a questo capitolo, al pari di tutti gli altri porti moderni di cui parlo, se non avessi dovuto limitare a 60 delle più utili le tavole di questo volume, per non aumentarne troppo il prezzo; ma siccome la pianta di cui si tratta vendesi incisa, vi si potrà ricorrere per giudicare meglio su quanto segue.

La città di Malta, detta pure la Valletta, occupa una penisola che si stende dal sud-ovest al nord-ovest verso il mare per circa 1300 tese di lunghezza e 400 di larghezza, fortificata perfettamente alla moderna.

Questa penisola situata nel mezzo di un golfo dà luogo a due porti principali, il primo de' quali che dicesi il grande, al sud-est della città ha 1500 tese di lunghezza e 300 di larghezza. Esso è diviso in tre braccia di mare formanti altrettanti grandi bacini separati da due lingue di terra che si stendono dal sud-est al nord-ovest, l' una chiamata l' isola della Sangle e l' altra la città vittoriosa, avendo quest' ultima alla testa il castello Sant'Angelo, tutte e due popolatissime, corrispondenti con le loro fortifica-

zioni al forte di Santa Margherita, che è un terzo luogo abitato poco distante dai precedenti. Il primo di questi bacini partendo dal sud-ovest è quello che si chiama porto dei Francesi. Il secondo, situato fra l'isola di questo nome e la città Vittoriosa, è il porto delle galere dell'ordine, ed il terzo è quello che si chiama del Borgo o della Renalle. Il loro ingresso comune, largo soltanto 200 tese, è perfettamente difeso dal forte Ricasoli all' est sul promontorio dell'Orsa o da castello Sant'Elmo all' ovest alla punta della città Valletta, a cui si può aggiugnere il castello Sant'Angelo che si presenta in faccia a questo ingresso, il cui accesso non sembra praticabile al nemico. Riguardo all' altro porto che è al sud-ovest della città Valletta, chiamato il porto di Marsa Musetta, è destinato a servir di ritiro ai vascelli che provengono dal Levante, e sono obbligati a far quarantena. Anche l'ingresso di questo è difeso dal castello Sant' Elmo, e più innanzi da quello dell' isola del Lazzaretto. Tutti questi porti sono di buon ancoraggio, e formano insieme la disposizione più comoda per la marina.

660. Le coste di Spagna e del Portogallo sull' Oceano, non sono meno ricche di magnifiche baje di quelle del Mediterraneo. La più rimarcabile è quella di Cadice corrispondente alla provincia d'Andalusia, tanto per la singolarità della sua figura, come pei suoi vantaggi. Solino, che scrisse ad imitazione di Plinio, sotto l' impero di Vespasiano, pretende che una colonia di Tiro che imbarcossi sul Mar Rosso, avendo fatto il giro dell'Affrica, venisse ad approdare nell' isola di Cadice, ove fondò la città di questo nome che fu per lungo tempo l'ultimo termine della navigazione degli antichi, credendo di non poter andare più lungi.

661. La natura ha così felicemente disposto la baja di Cadice che non avrebbe lasciato nulla a desiderare, se il suo ingresso fosse meno ampio e pericoloso per gli scogli che vi si trovano, ma che si evitano facilmente per poco che si conosca. L' isola che copre questa baja ha 6 leghe di lunghezza dal N. O. al S. O. e due nella sua maggior larghezza; essa non è separata dal continente verso il sud-est che per un picciolo canale, in cui è il porto di Suasso, in guisa che i vascelli per entrare nel porto sono costretti a passare al N. O. dell'isola ov' è situata la città, che ha questo di particolare relativamente alla rada che per approdare a questa seconda bisogna passare sotto il cannone della prima, e presso il porto intermedio ad esse, situato nel gomito formato dalla città alla testa dell'isola, avanzandosi nella baja, mentre è tutt' al contrario nelle altre ove d'ordinario la rada precede il porto.

662. Benchè sia bastantemente difficile spiegare una disposizione così singolare senza il soccorso della carta relativa, ma che si avrà facilmente perchè si vende incisa, si saprà che questa baja in tal modo coperta è divisa da una lingua di terra che parte dal Continente e che si stende dal N. E. al S. O. per la lunghezza di due leghe, di modo che forma due baje invece di una. Bisogna passare per la prima corrispondente alla città ed al porto per entrare nella seconda che fa le veci di rada, il cui ingresso è compreso fra la punta di questa lingua e l'isola, che non è se non della larghezza di 1000 tese circa.

Questa rada coperta da ogni parte, eccetto dai venti che soffiano dal N. O. all'est, ma che incomodano poco nelle più grandi tempeste, a tre leghe dal N. E. al S. O. fra il continente e l'isola e due leghe dal N. O.

al sud-est vi si ancora dalle 4 fino alle 9 braccia d'acqua. Il suo ingresso è sostenuto dai forti di S. Lorenzo e di Matagore, che sono a destra ed a sinistra senza parlare della città e del castello S. Filippo che ne difendono l'ingresso con un fuoco di revescio. In quanto all'ingresso alla prima baje che ha circa una lega e mezzo di larghezza, vi sono varj forti, fra gli altri quello di Santa Caterina e di S. Sebastiano. Le maree che vengono dal N. E. e S. O. dopo aver battuto contro il seno che è fra la punta di Rota e di Santa Caterina, si ripiegano in guisa che conducono naturalmente le navi nel porto e nella rada.

665. È noto che il porto di Cadice è l'ordinario convegno dei galeoni apagnoli, quindi delle flotte che provengono dalle Indie Occidentali cariche dei tesori del Perù. I più grossi vascelli vi sono sempre a galla nelle più basse maree, vantaggio assai raro lungo le coste occidentali e settentrionali d'Europa; principalmente nella Manica, i cui porti in tal caso non hanno acqua se non poco o niente, il che costringe le grosse navi a tenersi all'ancora ad una certa distanza dal porto, ove nella più parte non possono entrare nemmeno nell'alta marea, d'onde risulta che la bontà della rada decide del merito di questi porti; ma la maggior parte di queste rade ha il difetto di essere *aperte*, cioè colle sponde così basse da non salvare i vascelli dai venti del largo; mentre nel Mediterraneo i porti e le loro rade non sono quasi che una stessa cosa contenuta in una sola baja ben coperta ove hanno sempre tant'acqua quanta ne bramano.

664. Ognuno sa che i due porti più magnifici della Francia su l'Oceano, sono quelli di Rochefort e di Brest, destinati ai grandi armamenti. Il primo nella provincia di Xaintonge su la Charente, alla distanza di tre leghe dall'imboccatura di questo fiume, non era un tempo che un picciolo castello intorno al quale Luigi XIV fece tracciare nel 1666 una città ben ideata che non tardò a popolarsi con un grande numero di abitanti adescati dai privilegi che loro accordò questo monarca. La grandezza e la comodità dell'arsenale della marina e le magnifiche forme che vi si fecero per la costruzione ed il rassetto dei vascelli da guerra, sono considerati come i pezzi più compiuti in questa specie che vi sieno nell'Europa: ma questo porto famoso che non è altro che la Charente stessa, è soggetto all'inconveniente di quasi tutti quelli che sono sui fiumi, per la belletta ch'essi trasportano e che si accumula a segno di formarvi interrimenti tanto considerevoli che si ha luogo a temerne la perdita, se non vi si rimedia con la continua attenzione di distruggerle a misura che si formano.

665. Quello di Brest, così celebre per la bontà della sua rada per rifugio delle armate navali, è situato in una baja; la città trovasi al nord ed è attraversata dal fiume Pinfeld, che fa le veci di bacino: al sud della città è la rada dovunque di buon ancoraggio, del perimetro di circa 8 leghe, ed ove i vascelli possono ancorarsi ad 8, 10 e 15 braccia d'acqua a bassa marea, ed è tutto ciò che puossi desiderare; peccato che il suo ingresso al quarto-ovest-sud-ovest, largo una mezza lega non sia agevole a motivo degli scogli chiamati i *fillettes* ed il *maingan*, situati verso il mezzo che non si scoprono che nei tempi delle acque vive, ma che nondimeno si evitano radendo la terra dal nord al sud.

Si potrebbe anche rimproverare a questa rada di non essere abbastanza coperta dai venti impetuosi che sollevano il mare ed affaticano molto i va-

scelli che sono all'âncora. Del resto essa è delle più rispettabili pel grande numero di batterie che ne difendono l'accesso. Riguardo all'ingresso del porto rinchiuso nella città, esso è difeso da un buon castello che è all'est e della batteria reale all'ovest. Taccio degli altri edificj appartenenti alla marina per non oltrepassare i limiti in cui mi sono proposto di rinchiudere la materia di questo capitolo. Per tale ragione non imprendo a parlare di tutti gli altri porti di Francia che si trovano lungo la costa, onde fermarmi specialmente su quelli che più interessano nella Manica.

666. Si è veduto all'articolo 607, come questo canale sia pericoloso per la irregolarità delle correnti, per gli scogli che s'incontrano nel passaggio dello stretto, e nella Secca Blanchard, fino a quella di Barfleur, senza parlare delle inquietudini che in tempo di guerra cagionano i corsari inglesi, sempre in crociera al coperto delle loro isole, il che costringe le navi francesi a veleggiare lungo la costa della bassa Normandia, dove non hanno asilo sicuro contro i nemici e contro le tempeste. Siccome tali inconvenienti non potevano a meno di richiamare l'attenzione del ministero, la Corte determinossi a costruire un porto a Cherburgo, il quale quando sia perfezionato, sarà di grande soccorso alle fregate di 40 o 50 cannoni ed alle navi mercantili; frattanto l'impossibilità di far entrare in questo porto dei vascelli di primo ordine, ha dato luogo al progetto di coprirne la rada in guisa da tenerli a galla senza essere incomodati dai venti.

667. Per giudicarne si richiamerà quanto abbiamo detto all'articolo 532, che questa rada si trova in fronte al porto, avente al pari di esso il suo ingresso principale N. e S. ed una lega e mezzo d'estensione dall'est all'ovest e dal N. E. al S. O., per una mezza lega di larghezza, al che aggiugnerò che la curvatura della costa e l'isola Pelè, la coprono dalla maggior parte dei venti, non essendo incomodata che da quelli del nord e di N. N. O.; ma che d'altronde sono i più favorevoli per condurre i vascelli in porto mentre le maree che vengono da questa parte ve li recano naturalmente. Essa ha pure questo vantaggio che il fondo di sabbia e d'argilla, andando in declivio, dal sud al nord, l'âncora non può arare. Inoltre vi si àncora a basso mare al S. O. dell'isola Pelé in 5, 6 e 7 braccia di acqua e più lungi in 8, 9 e 10.

Tutti questi vantaggi furono quelli che fecero nascere l'idea di abbracciare questa rada con varj moli A B, C E, G H ed I K, Tav. 5, che formassero insieme un sicuro ritiro pei più grossi vascelli. Vedesi che si lascia per ingresso principale di questo vasto bacino l'intervallo H I, avente a destra ed a sinistra le batterie H ed I per difenderla con fuochi incrociati, e che si vuol anche praticare un altro ingresso B C pei bastimenti mediocri. Siccome l'isola Pelè si copre in parte nelle grandi acque vive, si è proposto di attraversarla con una diga D E, D O, contro l'innalzamento delle onde e di farvi una testa o batteria O. Per difender meglio l'accesso di quest'isola come pure la parte della rada che si estende verso l'est, si deve costruire il forte L alla cui portata si troverà un picciolo porto M D F, formato dallo sporto D M di una punta di roccia, e dal picciolo molo F N che bisognerà farvi a cui si aggiugneranno le comodità necessarie per rattoppare i vascelli.

Non si può negare che se questo progetto ha luogo, la sua esecuzione sarà delle più vantaggiose per la Francia che avrà in faccia ai più bei porti

dell' Inghilterra un asilo capace di contenere un' armata navale, la cui utilità in tempo di guerra si fa tanto sentire da non esporne i motivi. Frattanto il porto di Cherburgo se fosse terminato sarà sempre di grande vantaggio ai navigatori che potranno attendervi i venti favorevoli per guadagnare il Capo la Hague e la punta di Barfleur. Esso diverrà un emporio tanto più utile al commercio, in quanto che le navi che non vorranno esporsi nella rada dell' Havre, inpraticabile nell' inverno, nè arrischiare d' entrare nel suo porto, potranno far trasportare le loro merci da Cherburgo a Rouen con alleggi che nello spazio di 12 ore andranno all' imboccatura della Senna, per risalire questo fiume in 3 o 4 giorni fino a Rouen.

668. La brama di accrescere le forze marittime della Francia ha fatto anche esaminare se su le coste di Normandia vi fosse qualche altra posizione favorevole per costruirvi un porto regio, e si è trovato la famosa rada di la Hogue come la più degna d' attenzione ove le navi sogliono ancorarsi per attendere i venti propizj, tanto più che la configurazione della baja che vi si trova, sembra invitare a darle la preferenza: eccone la posizione.

Essa è situata all' est della penisola del Cotentin ed al sud del Capo di Barfleur ove il fiume Reville con quello di S. Vaast e di Morsalines, formano due seni. Fra questi ultimi è una lingua di terra, sull' estremità della quale sorge il forte di la Hougue, ed innanzi al borgo di S. Vaast trovasi l' isola Tatihou, munita di batterie che proteggono questa rada, ove a bassa marea vi sono 5, 6, 7 e 8 braccia d'acqua secondo si è a minore o maggior distanza da terra. Essa si stende fra la costa ed il banco del becco che unisce le isolette S. Marcou e vi si passa fra l' estremità di questo banco fino alla roccia più avanzata che dicesi Gavendel, adjacente all' isola. La costa la copre dai venti del nord fino al S. S. E. Quelli che dominano il più sono il N. E., l'E. ed S. E. tuttavia sonovi di rado veduti perire dei bastimenti nelle più forti tempeste, perchè il suo fondo è di buon ancoraggio. Dietro tale esposizione ecco il progetto che per essa fu concepito.

669. Esso consiste nel formare un porto nello spazio che è fra la Hougne e l' isola Tatihou ove si avrebbero sempre a bassa marea 4, 5 e 6 braccia d' acqua. Perciò bisognerebbe coprirlo con due dighe presso che circolari; una A B C D corrispondente alle roccie di S. Vaast, e l' altra D E F G e quella dell'Adent, lasciando fra la loro testa A e G un passaggio comodo, di modo che con tale disposizione il porto avrebbe 650 tese dall' est all' ovest e quasi 500 dal nord al sud, ove si farebbe un bacino in fronte a S. Vaast di cui si formerebbe una città con l' isola Tatihou, come vedesi indicato dal recinto punteggiato.

Benchè questo progetto sia dei più magnifici, l' enorme spesa dell' esecuzione di esso fece sì che non ebbe luogo, al che si aggiunse anche il timore che le onde non avendo più come prima la libertà di scavare e nettare questo luogo vi si formassero depositi di ghiaia capaci di interrarlo insensibilmente, alla qual cosa bisogna star attenti quando trattasi di formare un porto nuovo, temendo che divenga inutile poco dopo averne fatto la spesa.

670. Un argomento d' apprensione così giusto ha dato luogo a cercare se vi fosse un altro mezzo di approfittare dei vantaggi che offriva la stessa rada senza aver nulla di sinistro da temere in seguito. Dopo un maturo

esame non si è trovato nulla di meglio che di servirsi dell' infossatura formata dalla punta de la Hougue e dalla riva di Morsalines facendo all' est una diga A B, paralella alla lingua di terra adjacente a S. Vaast ed un' altra C D E all' ovest per avere un grande bacino ed un avamporto, entrambi separati da una diga E F in mezzo alla quale si farebbe una chiavica G; acciò la ritenuta delle acque del bacino servisse a nettare il porto che si suppone munito di moli H I e K L, portati fino al basso mare e diretti in modo che il secondo terminando al piccolo scoglio del Manquet possa cacciare nel porto il corso delle maree onde meglio facilitarne l' accesso. I vascelli avranno il vantaggio di trovarvisi a galla nel tempo della bassa marea, essendo facile scavarlo fino alla profondità di 20 piedi, perchè il terreno vi è ghiajoso e d'altronde non vi è nessun ostacolo da sormontare nell' esecuzione, nè da temere insabbiamenti per l' avvenire ed ancor meno l' innalzamento del fiotto.

Dirò ancora che la rada essendo di buon ancoraggio, i vascelli non vi correranno verun rischio nelle burrasche e meno ancora per parte del nemico quando sarà protetta dai forti e ridotto che si possono fare sulla roccia di Gavendel ed alla testa del banco del Bec. Che se si dovesse levar l' áncora, sarebbe facile passare nel porto ove essendo sempre acqua a sufficienza nella bassa marea, non si avrebbe da aspettar molto per entrarvi col fiotto.

671. È certo che un porto situato così felicemente favorirebbe assai il commercio; sarebbe esso tanto più utile in quanto che la rada dell'Havre non essendo sicura, e l' ingresso al suo porto sovente imbarazzato dalla ghiaia che il mare stacca dalle coste dell' alta Normandia, si poteva riservare quest' ultimo unicamente pel commercio e trasferire la sua marina nel precedente ove i vascelli starebbero più comodi che in qualunque altro luogo della costa. I porti di Cherburgo e di Grandville possono anche servir d'asilo al commercio ed armare molti corsari che proteggessero la nostra navigazione e indebolirebbero quella dei nemici quando la guerra permetta loro di prevalersi della felice situazione dei loro porti.

Questa città edificata sopra uno scoglio formando una penisola a picco unita al continente con un istmo strettissimo fra Coutance ed il monte S. Michele ha il suo porto a mezzodì. Si deve rinchiudere in un nuovo recinto A B C D E F G che in seguito diverrà una città bassa al piede del dirupo A H L senza parlare dell' ingrandimento di cui l'alta città è suscettibile occupando il rimanente della penisola. Gli abitanti di Grandville, nati laboriosi e molto dediti al commercio marittimo, lavorarono per molto tempo da loro stessi a coprire il loro porto e non hanno risparmiato nulla per metterlo in pregio colla fabbricazione di un gran numero di navi grosse, ma non potendo ritenervele senza essere battute dai venti di S. e di S. O., il re commosso dalla loro emulazione ordinò che si eseguisse il progetto qui riportato. La sua parte più essenziale è il molo staccato Q R corrispondente ad una roccia su cui sarà innalzato il forte O P Q, l' uno e l' altro per coprire l' ingresso di questo porto, e guarentirlo dagl' insabbiamenti come a Civitavecchia. Siccome il mare vi s' innalza 30 a 36 piedi nei tempi delle vive acque, ma soltanto 10 a d 11 nelle quadrature, si propone di approfondare il terreno dal molo fino al fondo del porto perchè allora vi sieno 16 a 17 piedi d' acqua, e per poter tenere sempre a galla una quan-

tità di fregate, il disegno si è di munire questo porto di un bacino avente al suo ingresso una chiavica S, e al di fuori una diga I K L M per formare una conserva capace di ricevere le acque del fiume del Bosq e quelle del mare, onde nettare questo porto ed il suo bacino mediante altre chiuse fatte nella fronte G F E come a Cherburgo, articolo 527.

673. Per giudicare del merito di questo progetto riguardo al corso delle maree, si sappia che dapprincipio il flutto viene lungo la costa dell'ovest dalla parte del nord della penisola, passa innanzi alla sua testa, e di là va direttamente nel fondo della baja di monte S. Michele, d'onde essendo respinto circola intorno alla riva e va al porto di Granville, urtando contro quelle che continuano la loro via verso la stessa baja, il che succede così fino alla piena marea, tempo in cui le acque rimangono in una specie di equilibrio; ma venuto appena il riflusso, la corrente ripiglia la sua ultima determinazione, passa nel porto, circola intorno alla testa dell'istmo, e ritorna d'onde è partita, in modo che ritirandosi facilita l'uscita dal porto pel passaggio d'ovest C O.

Riguardo al modo di afferrare questo porto, vi si può entrare a mezzo fiotto col favore della corrente che porta nella baja, perocchè l'acqua che viene dal largo rinserrando quella che costeggia la riva, non si dura fatica a governare per giugnere al passaggio D R dell'est. D'altronde il risucchio che ora contorna il porto trovandosi arrestato dalla diga L M che chiude la conserva, prenderà indubitatamente la sua direzione fra il molo e le teste C D e sgombrerà questo passaggio da ogni imbarazzo.

È certo che perfezionato questo porto sarà molto comodo e di estrema utilità; ma il suo difetto sarà sempre quello di non aver rada vicina, e di essere costretti ad ancorare a Cancale, quando vi obbligano le tempeste a meno che non si approfitti del fiotto per entrare in porto.

674. Dopo i luoghi buonissimi che gli antichi seppero scegliere nel Mediterraneo per istabilire la loro marina, non v'è costa in Europa che ne presenti maggior numero di eccellenti, come quelle d'Inghilterra per contenere armate navali. Le isole ed i Capi che vi s'incontrano le coprono perfettamente, tali sono fra le altre le rade di Portland, Vaymout, Torbaye, Portsmouth e Plimouth, ove si possono fare considerevoli armamenti pronti ad entrare ed uscire in ogni tempo, lasciandovi il mare dopo il suo riflusso bastante acqua acciò i più grossi vascelli vi restino a galla. Tutte le coste sono disposte in modo che si trovano quasi in ogni luogo degli asili sicuri e dei porti così felicemente formati dalla natura che non hanno bisogno che di batterie e di alcuni forti situati a proposito per guarentirli da ogni inquietudine. D'altronde questo regno è favorito dal corso di molti fiumi sicchè i grossi vascelli vi possono risalire per 7 od 8 leghe, come fanno sul Tamigi fino a Londra, quindi nessuna nazione seppe approfittar meglio di questi grandi vantaggi e portare la potenza marittima ad un più alto grado di splendore.

675. E le Provincie Unite non debbono esse pure in parte ai grossi fiumi che le attraversano lo stato florido a cui il commercio le innalzò? È solamente da rammaricare che le loro coste non abbiano che rade aperte poco atte a coprire le armate navali; ma in ricompensa nessun popolo seppe come gli Olandesi supplire coll'arte a ciò che la natura non aveva

accordato al loro paese. E che non fecero essi di grande e di ardito per costringere le acque ad aumentare le loro ricchezze?

676. Si vedono anche dei bellissimi porti percorrendo le spiagge del nuovo mondo, la baja di Portobello su l'istmo di Panama, quella di Cartagena nel regno di Granata, all'ingresso del golfo d'Arien, sono delle più rimarchevoli e non cedono punto in bontà alle migliori da noi finora descritte. I più grossi vascelli vi sono sempre a galla ed al coperto di tutti i venti, i loro ingressi ne sono facili, ben difesi al pari delle rade con forti e batterie che s'incrociano da ogni parte. Le loro città sono così ben fortificate ed hanno dei bei porti ove si caricano di tutte le ricchezze che i galeoni recano alla Spagna.

677. La baja di Rio-Janeiro, appartenente al Portogallo, non è meno vantaggiosa. Essa veramente è l'imboccatura del fiume di questo nome che si versa nel mare del Brasile fra due punte di roccia distanti circa 800 tese, e che in seguito si va allargando per una lega e mezzo innanzi alla città ed al di là fino a tre leghe. Questo bacino è dei più belli che si possano vedere, sano, netto e talmente profondo che le armate navali composte dei più grossi vascelli da guerra non hanno nulla da temere nè dal mare, nè dai venti; perocchè, sebbene questo fiume sia rinserrato da un'apertura così stretta, non ha veruna corrente pericolosa. La città situata all'O. S. O. ha un porto in cui si trovano 6, 8 a 12 braccia d'acqua; esso è coperto da un'isoletta su cui v'è un forte, i cui fuochi incrociandosi con quelli della piazza, unitamente alle batterie su la sponda all'ingresso della baja sembrano rendere impraticabile al nemico l'accesso di questo porto; nondimeno Gray-Trowin trovò il mezzo di penetrarvi ed impadronirsene, forse perchè fu mal disputato.

678. Continuando a seguire il lido verso il nord vi si trovano pure delle magnifiche baje: il golfo del Messico e le sue isole ne sono pieni, come la Mobile, il lago di Pontchartrain ove sbocca il Mississipi; se ne incontrano altre ancora lungo la costa fino a Porto Reale, nella Carolina, nella Virginia, nella nuova Inghilterra, ov'è Boston, porto assai bello, e la baja di Panasola appartenente alla Gran-Bretagna.

679. Anche la costa d'Arcadia ne fornisce di vantaggiosissime. La felice situazione dell'isola Reale che copre l'ingresso al fiume S. Lorenzo, è degna di rimarco, come pure la baja di Chedabouctout e dell'Heve.

La prima su la costa orientale d'Acadia ha la sua apertura fra il Capo Rosso ed il Canceau, essa ha dal nord al sud quasi tre leghe per la profondità di sei, senza che possa essere battuta che dai venti d'ovest, essendo coperta dall'isola reale e dal Capo Carneau; l'uno rigetta le correnti del nord al largo, le rimanda a circolare intorno al banco di Terranuova, e l'altra respinge il ritorno delle maree di modo che vi si è in estrema sicurezza. Vi si ancora in diversi luoghi, principalmente al nord, dalle 4 fino alle 9 braccia, il porto è situato sopra una picciola penisola coperta da una lingua di terra che forma un bacino nel quale vi sono 5 ad 8 braccia d'acqua ove sbocca un lago che s'interna nelle terre. Una tale posizione è senza contraddizione delle più favorevoli allo stabilimento di un porto magnifico.

680. La seconda è perfettamente coperta delle isole Rotonda e Marotte, che ne formano l'ingresso di 800 tese al S. S. E. Questa baja si estende

una lega ed un quarto dal sud-est al nord-ovest per una mezza lega di larghezza, si ripiega poscia verso il nord ove si riduce ad un quarto di lega. Questo luogo è attissimo allo stabilimento di un buon porto; esso può ricevere dei navigli di ogni specie, trovandovisi 5, 6 e 7 braccia d'acqua e dalle 15 fino alle 25 nella baja.

681. Quella di Chibouctou può essere citata come una delle più acconcie a formare un porto reale; essa trovasi fra le precedenti verso il mezzo della costa ove sono i Capi Sincembre e Mouchoudaboy, all' estremità dei quali stanno delle picciole isole che lasciano un' apertura di quasi due leghe e mezzo, la quale restringendosi si riduce a 500 tese, e forma una specie di canale di una lega di estensione che sbocca in un lago spazioso di figura elittica, il cui diametro maggiore ha tre leghe ed il minore una. Il fondo è di buon ancoraggio e sano dovunque; vi si trovano nel centro 40 a 50 braccia d'acqua, ed all'intorno 12, 13 e 14, come pure nel canale diviso all'imboccatura da due isole capaci di ricevere i forti e le batterie necessarie alla difesa dei passaggi, specialmente di quello a destra, non essendo l' altro praticabile che a navigli mediocri; lo stabilimento di una colonia sarebbe in questo luogo di grande soccorso per estendersi nel continente ritirarne le produzioni e gli alberi perfettamente buoni per la costruzione dei vascelli.

682. Le isole Reali e di Terranuova contengono ésse pure delle baje interessantissime. Sembra che la natura siasi compiaciuta di empiere questa parte di mare di una infinità di luoghi proprj a formare dei porti od emporj, i più vantaggiosi per portarsi in tutto il territorio della nuova Francia e lavorare alla scoperta di un paese considerevole. Gli asili più considerevoli sono la baja di Sant'Anna o porto Delfino e Louisbourg o il Capo Brettone, che io non dettaglio punto per tema di dir troppo o di non dire abbastanza. D' altronde non finirei mai se volessi menzionare tutti i luoghi ove si trovano belle posizioni per la marina, tanto di quelli già apprezzati come di quelli che ne sono suscettibili. Mi basta d'aver dato un' idea dei principali onde appoggiare ad esempj le massime che non bisogna perdere di vista quando si tratterà di stabilire un nuovo porto, o semplicemente di perfezionare quelli che non sono che abbozzati; quindi il capo seguente terminerà di dare le cognizioni proprie onde condursi con successo in intraprese di tanta importanza.

CAPO QUARTO

DELLE QUALITÀ ACCONCIE AI PORTI DI MARE PER ESSERE CONSIDERATI COMPIUTI, E MASSIME TENDENTI A PERFEZIONARE QUELLI CHE NON HANNO LO STESSO VANTAGGIO.

683. È rarissimo che s' incontrino porti i quali per situazione e figura, presentino tutti i vantaggi che dovrebbèro avere per essere perfetti; bisogna contentarsi dei più essenziali, essendo nel caso di tutte le altre cose il merito delle quali consiste nel minor numero di difetti. Siccome per giudicar bene di queste cose stesse, bisogna paragonare le loro proprietà con l'idea che se ne può formare nello stato di perfezione, diremo le qualità che convengono ad un porto reale per essere riputato compiuto. Non potendo dubitare ch' esse dipendono dalla situazione di tal porto, riguardo agli stati vicini ed a molte altre considerazioni del pari interessanti, parleremo primieramente delle diverse posizioni che possono ad esso convenire relativamente alla guerra ed al commercio.

684. Non fa d' uopo di essere grande politico per sentire tutta l' importanza di un porto reale situato sopra una costa alla portata di quella di una potenza cui si fa ombra onde poter formare intraprese conformi alle circostanze, favorire il ritorno dei bastimenti da guerra o mercantili che si attendono dai diversi luoghi, e che sarebbero necessariamente obbligati a passare innanzi ai passaggi del nemico. In fatti che non dovrebbero temere se fossero abbandonati alle proprie forze senza speranza di protezione? mentre un porto munito di tutte le cose necessarie all' equipaggio delle flotte e che comprende in sicurezza molti vascelli pronti ad essere armati, è in istato d' imporre e sostenere il commercio senza che soffra incagli per la guerra, che può anche divenirgli più utile che dannosa. Tale era il porto di Dunkerque prima della sua demolizione, articoli 43, 44, 45 e 46.

685. È anche vantaggiosissimo avere un porto ben fortificato sopra una costa nemica opposta a quella del suo paese, tanto per coprirlo come per servire di asilo alle navi in caso di tempesta o di venti contrarj. Tale è in Barberia il porto di Marsalquivir presso Orano, rapporto alla Spagna. Un porto sebbene molto distante può essere importante non meno se trovasi su la via dei viaggi di lunga corsa per servire di emporio e per raccogliere e ristorare le squadre maltrattate o disperse. Tale è su la strada delle Indie Orientali il Capo di Buona Speranza, appartenente agli Olandesi e l' isola di Francia pei Francesi.

686. Quando sopra una costa frequentata si trova un porto capace di attirare gli stranieri per la facilità dell' ingresso e dell' uscita di esso, la fertilità de' suoi dintorni e l' abbondanza del suo commercio, come è il porto di Cadice presso lo stretto di Gibilterra, punto di divisione del levante e del ponente, è certo che una posizione così favorevole è una sorgente di ricchezze per uno Stato, e che il trascurarlo sarebbe un ignorare i proprj interessi. Del pari quando si trova da collocare un porto nella vicinanza di alcune grandi città molto popolate, ricche e dedite al commercio, come il porto che si potrebbe fare all' ovest di Montjoui presso Barcellona, quale vantaggio non deve sperarne la provincia, e quindi il principe che ne ordinerà l' esecuzione? Specialmente se questo porto fosse vicino all' imboccatura di alcuni grandi fiumi o in un vasto golfo come è Venezia, Cartagena delle Indie ed altri ugualmente favoriti da natura. Queste ultime situazioni di porto sono importantissime per la facilità di estendere il commercio molto internamente nel paese tanto per diffondervi le merci che vi si recano, quanto per ritirare quelle ch' esso produce.

687. Quando si può formare uno stabilimento sopra un lido di qualche stretto, la cui gola è facile ad occuparsi sotto i fuochi incrociati dei forti edificati su le due opposte rive che in tal luogo si suppongono poco distanti l' una dall' altra, è chiaro che un porto corrispondente ad una delle due sponde, sarà di estrema importanza, onde obbligare i vascelli stranieri ad entrarvi, sia per costringerli al diritto di pedaggio, come nello stretto del Sund nel Mar Baltico, o per esigere da' essi il commercio delle mercanzie di cui si manca; in cambio di quelle di cui si abbonda; tale è la mirabile situazione del porto di Costantinopoli sotto la protezione dei forti dei Dardanelli, l' uno chiamato il castel Nuovo d'Asia o di Natolia, l' altro il castel Nuovo d'Europa o di Romelia, costrutti da Maometto IV nel 1658, dopo aver riconosciuto che i due forti antichi che sono più avanti non erano sufficienti a difendere l'ingresso del mare di Marmara, per questo famoso stretto conosciuto pure sotto il nome di Ellesponto, celebre per gli avvenimenti memorabili che vi ebbero luogo, tanto per parte degli antichi come per parte dei moderni.

688. La bontà di un porto dipende da tre cose contigue ad esso, l'aria, l' acqua e la terra; riguardo alla specie dei venti ai quali è esposto, alla quantità delle acque che si avvicinano e riempiono il suo bacino, alla qualità del suo fondo ed alla figura della costa che lo circonda pel di fuori e e pel di dentro, d'onde risulta che le condizioni o circostanze che formano un buon porto sono le seguenti:

Che il suo ingresso sia disposto in modo che le navi possano entrarvi ed uscirne agevolmente coi tre quarti se si può dei 32 rombi di vento, art. 627, perocchè i porti che non hanno che un vento per l'ingresso ed un altro per l' uscita, sono soggetti a tre grandi inconvenienti; il primo che una flotta maltrattata dal cattivo tempo o perseguitata da un nemico superiore passerà spesso all' altezza di tal porto senza poterne approfittare; il secondo che una flotta, benchè superiore ad un' altra nemica, rimarrà inutile in questo porto come in una prigione per tutto il tempo in cui non soffierà il vento atto a farla uscire, mentre l' altra flotta correrà impunemente lungo la costa o rimarrà tranquilla in qualche rada vicina, come avvenne nel 1740 su quella di Galizia. Più di sessanta navi mercantili scortate sol-

tanto da tre fregate inglesi, si misero nel porto di Camarinas ad aspettare tranquillamente che il vento d'ovest che le impediva di raddoppiare il Capo Finisterre cessasse, mentre 12 vascelli da guerra appartenenti alla Spagna si videro costretti a restare immobili nel porto di Ferrol per mancanza del vento di N. E. che solo poteva farle uscire. Il terzo che tutti i vascelli mercantili lungi dal frequentare un tal porto lo eviteranno per tema di non poterne uscire quando loro convenisse, e per conseguenza di essere esposti a perdere con le spese del ritardo, il tempo ed il frutto della loro navigazione per non poter giugnere nelle stagioni convenienti alla loro destinazione.

689. La seconda qualità di un buon porto è quella di aver sempre tanta profondità d'acqua quanta ne possono pescare i vascelli più grossi onde entrarvi ad ogni ora senza pericolo in tempo di burrasca, art. 659, 662, ma soprattutto che non vi sieno correnti che ne rendano periglioso l'accesso.

Le altre qualità essenziali sono che la costa sia talmente disposta al suo ingresso ed internamente, che lo guarentisca dalla violenza dei venti, massime di traverso e dall'agitazione delle onde di alto mare in guisa che non sia mai inquietato dalle burrasche; che sia così vasto da contenere comodamente un gran numero di vascelli senza che si nuocano o s'imbarrazzino, art. 627, 631; che sia privo di banchi di sabbia, di rocce o di scogli. Inoltre che i suoi dintorni sieno in istato di somministrare le cose necessarie alla costruzione dei vascelli ai loro accessorii, equipaggi e sussistenza, art. 614 e 681.

690. Si è dovuto rimarcare nel secondo capitolo come gli antichi fossero attenti ad approfittare dei luoghi proprj a formare dei ritiri alle navi; le cure che prendevano per guarentirle dai venti impetuosi e dalle correnti che loro potevano essere nocive costruendo dei moli per coprire i loro porti, art. 614, 618, 621, 631, 632 e 639. Non si può ammirar troppo lo zelo che li animava; quando trattavasi del bene generale non si risparmiava nulla per assicurare la solidità delle loro costruzioni ed accelerarne l'esecuzione; ciascuno metteva mano all'opera e voleva entrarvi per qualche cosa, onde in pochi anni si vedevano sorgere dal fondo delle acque monumenti prodigiosi, persuasi com'erano che il solo commercio poteva loro procurare l'abbondanza e metterli in caso di farsi rispettare dai loro vicini. Dopo d'allora sembra che il caso abbia avuto più parte alla formazione di varj porti attualmente in uso che la felice scelta che si sarebbe potuto fare per grandi stabilimenti. Primieramente alcune famiglie si sono stabilite sopra una riva in luogo comodo per la pesca e si sono in seguito moltiplicate e fabbricarono una città i cui abitanti esercitarono un commercio che si accrebbe coi legami reciproci coi popoli vicini. La necessità di sostenersi contro i loro nemici li costrinse ad avere delle picciole flotte che i principi resero in seguito più considerevoli, di modo che senza cercar bene se alcuni di questi luoghi avessero tutte le qualità convenienti alla marina, se n'è fatto uso senza che per molti secoli si abbia potuto renderli acconci malgrado le spese che vi si fecero, mentre su la stessa costa, spesso a poca distanza si trovavano situazioni maravigliose che rimasero neglette per non essere state scelte da gente che avessero intenzioni relative al bene dello Stato, mentre non si può negare agli antichi il merito di non aver agito se non conformemente ad un fine cotanto nobile.

691. Sarebbe inutile a lottare col mare nei luoghi che la natura non favorì delle parti essenziali ad un buon porto per qualunque spesa vi si volesse fare. Si possono bensì modificare per qualche tempo certi difetti, ma dopo divengono maggiori di prima. Il miglior partito, quando sono così ingrati, sarebbe quello di abbandonarli per impiegare i fondi dello Stato unicamente in altri più favorevoli per adempiere un grande scopo senza lasciarsi troppo lusingare da particolari considerazioni sempre nocive al bene generale. È di spesso avvenuto che lievi considerazioni hanno prevalso su le ragioni più speciose senza considerare le dannose conseguenze che ne potevano risultare. Fortunatamente vi sono in Francia dei direttori di fortificazioni, tanto delle piazze marittime come di quelle di terra, che non si lasciano sedurre da vedute comuni, avendone di troppo elevate per apprezzare le cose unicamente pel loro giusto valore. Che se un'amministrazione tanto illuminata avesse avuto luogo nei secoli precedenti, è certo che varj porti al di sotto della mediocrità non avrebbero costato immense somme assolutamente perdute.

692. Abbiamo fatto sentire all'articolo 663, che ve n'erano pochi sull'Oceano lungo le coste del continente d'Europa, ove restasse acqua abbastanza nel tempo di bassa marea, acciò i bastimenti allora vi potessero restare a galla, il che è molto svantaggioso a quelli che non possono sostenere l'equipaggio. Volendo rimediare a questo inconveniente vi si è praticato un bacino con una chiusa per ritenere le acque e le navi che vi sono entrate ad alta marea, articolo 61. Nè vi ha nulla di meglio immaginato per mantenerle a galla nel tempo che il porto è a secco; ma siccome lungo le stesse coste la differenza dell'alta e bassa marea nel tempo delle sigizie, non è che di 15 ai 18 piedi e soltanto di 15 a 16 nei quarti; questi bacini non sono capaci che delle fregate da 40 a 50 cannoni e nulla affatto dei grossi vascelli ai quali occorrono 24 in 25 piedi d'acqua, a meno che non si giunga a scavare un canale fra due moli col sussidio delle chiuse di scarica, e dove le acque di un canale o di un fiume che faccia le veci di serbatojo, articoli 62, 63, 64, 65 e 66; ma siccome questa manovra richiede un numero di anni prima che il canale sia pervenuto alla conveniente profondità, e sarebbe un'impresa di enorme dispendio quella di volere scavare un bacino abbastanza vasto per contenere un'armata navale, un porto non è meno stimabile quando vi è una buona rada che supplisca alla grandezza del suo bacino, perchè allora possono entrare in quest'ultimo soltanto a misura che hanno bisogno di essere rattoppati; quindi benchè il più spesso questi due oggetti sieno diversi, noi li confonderemo nel seguito delle nostre massime, poichè dalla bontà della rada consegue necessariamente quella del porto.

693. Quando le maree portano direttamente nell'apertura di un porto non si deve collocare l'ingresso del bacino secondo la stessa direzione, perocchè la loro rapidità produrrebbe grandi disordini; perciò fa duopo che questi bacini sieno situati di fianco e sieno scavati indentro quanto si potrà onde stabilire la superficie della platea in relazione alla profondità che il canale potrà acquistare pel giuoco delle chiose, articolo 229.

694. Se la scarsezza d'acqua è un difetto per una rada, il fondo troppo grande non è meno dannoso perchè l'áncora attacca male quando la levata è considerevole. Non è dunque la grande quantità d'acqua che monta

in una rada, quella che la rende migliore, bastano 5 o 6 braccia a bassa marea. Il punto essenziale si è che il fondo sia di buon ancoraggio, cioè fermo, composto di argilla, di sabbia e di ghiaia solida in guisa che l'áncora non possa staccarsi nelle burrasche. Il *Goemon* e il *varech* sono di cattivo presagio perchè le roccie danno ordinariamente origine ad esso; allora se non sono coperti da alcuni piedi di sabbia, l'ancoraggio non è sicuro; esso lo è di più nella maggior parte delle baje del Mediterraneo, nelle quali il fondo benchè di ghiaia, è consolidato da una quantità di altra specie d'erbe che vi crescono.

695. Per assicurarsi di una rada bisogna scandagliarla in tutta la sua estensione e ben esaminarne i difetti, onde giudicare di quelli che si potranno rimediare senza lasciarsi spaventare da alcune roccie che possono divenire vantaggiosissime secondo le circostanze se vi si possono elevar sopra dei forti e delle batterie atte alla difesa od anche situarvi dei ripari. Il suo ingresso deve avere una certa larghezza specialmente nei luoghi ove il flusso è considerevole, e 12 in 15 braccia di profondità al più con un buon fondo onde ancorarvisi quando mancano i venti ed in caso di calma. Inoltre non bisogna che l'ingresso di una rada sia troppo largo per timore che il nemico favorito da un vento malgrado i forti e le batterie delle rive opposte, art. 677, principalmente se questa rada avesse il difetto di essere estremamente vasta, vi si potesse ancorare fuori della portata del cannone collocato sul perimetro; il che non è da rimproverare alla rada di Tolone portata ad esempio, Tavola 4, e che invitiamo a prendere in esame relativamente alle massime precedenti.

696. Quando la corrente delle maree si porta naturalmente nel mezzo di una rada, essa ne facilita molto l'ingresso, mentre si prova molta fatica a superar quelle che vengono di fianco, art. 639 e 650. Quasi nessuna rada è priva di difetti e spesso sono difficili da correggere; tocca all'abilità dell'ingegnere il rimediarvi studiando i movimenti del mare, nel luogo cattivo. Alcune dighe situate a proposito, possono facilitare un'entrata che si considerava come impraticabile; ma bisogna stare in guardia che per voler evitare un inconveniente non se ne faccia nascere uno ancor più grande; guardarsi che il progetto non dia luogo ad un risucchio pericoloso o non impedisca lo sgombramento delle sabbie recate dal mare, onde regolarsi secondo queste circostanze.

697. Una rada che abbia un pendio dolce dal fondo fino alla sua imboccatura, art. 648, gode di un grande vantaggio, perocchè i vascelli non sono soggetti ad essere danneggiati da un vento di terra.

Non basta che una rada sia bastantemente estesa acciò le navi vi si possano ancorare e porsi comodamente, bisogna pure che sia circondata da un terreno elevato per non essere incomodata dai venti del largo, nè dagli altri che vengono da terra, art. 621, 659, 662. Sarebbe anche a desiderarsi che nei dintorni di una buona rada s'incontrassero eminenze che si vedessero molto da lungi di giorno, art. 654, ed ove vi fosse un fanale durante la notte, e che soprappiù vi fossero alcune sorgenti o ruscelli d'acqua dolce per la comodità dei vascelli che vi approdassero nel corso di una campagna.

698. Quando si ha un porto perfettamente formato corrispondente ad una città egualmente propria al commercio ed ai vantaggi che se ne possono

cavare in tempo di guerra, ove nondimeno i grossi vascelli non hanno acqua bastante a bassa marea per rifugiarvisi, nè rade nella sua vicinanza coperte come si desidererebbe, ma in parte soltanto, e che d'altronde abbia le altre qualità che si esigono, bisogna allora supplire coll'arte a ciò che gli ha negato la natura, abbracciare con delle dighe uno spazio di mare, approfittando delle isole e scogli di cui si può far uso per mettere le flotte al coperto delle burrasche e delle inquietudini che il nemico potrebbe loro recare, art. 667; allora trovandosi vicini ad un buon porto abbondante di ogni cosa, se ne prenderanno i soccorsi necessarj. Gli esempi riportati di quanto eseguirono gli antichi ed i moderni sono più che bastanti per somministrare delle regole proprie a condursi in simili circostanze. Ma prima di cominciare simili progetti bisogna esaminar bene la disposizione dei luoghi, specialmente le correnti per timore, che dopo l'esecuzione vi si formino degl' interramenti cagionati dalle continue deposizioni di sabbia, e di belletta che potrebbero rendere inutili le spese che vi si farebbero. Siccome è cosa rara incontrar delle rade perfette, il più grande servigio che possa rendere allo Stato un uomo incaricato delle costruzioni marittime, è quello di ricercare i mezzi più sicuri e meno dispendiosi di migliorare quella delle quali si è costretti a far uso.

Non parlo delle rade di abbandono ove i vascelli non si fermano se non fino a tanto che i venti sieno atti a far strada, ed ove possano ancorarsi le flotte come nell'isola Dieu, perocchè si ha meno interesse a migliorarle di quelle che corrispondono a porti ai quali è pure applicabile ciò che delle ultime abbiamo spiegato.

699. È essenziale nel Mediterraneo schivare i piccioli fiumi che si scaricassero in un porto od una rada scelta perchè si colmerebbe insensibilmente per la sabbia o ghiaia ch'essi trascinano. Se questa considerazione non dovesse superare le ragioni che si avrebbero di preferire questa posizione ad un'altra, bisognerebbe deviare questi fiumi e portar altrove più lungi che sia possibile, la loro imboccatura come il maresciallo di Vauban fece eseguire nel porto di Tolone, riguardo a quelli dei Las e del Ligoutier, le cui imboccature sono state portate a destra ed a sinistra della sua entrata; al contrario si debbono riguardare sù le coste dell'Oceano, come un grande vantaggio, i piccioli fiumi che si scaricano in un porto, perocchè costruendo delle chiuse alla loro imboccatura se ne fa uso molto utilmente per nettare e profondare gli stessi porti senza curarsi del limo che possono avere i fiumi, che non entrano in confronto delle materie che recano al largo; e in ciò questi porti hanno il vantaggio su quello del Mediterraneo, perocchè il mare ritirandosi dai primi due volte ogni ventiquattr' ore, vi si può edificare con minore spesa ogni specie di opere, specialmente le forme per rasettare i vascelli che non possono aver luogo nei secondi non solo per la difficoltà di costruire queste forme, ma di mantenerle asciutte per manovrarvi, a meno che si operi come diremo nel capitolo XII.

700. Quando un porto regio si trova in una situazione suscettibile di commercio, convien formare pei trafficanti un luogo separato acciò la marina regia non ne sia incomodata; con ciò si preverranno le difficoltà che possono nascere fra le une e le altre. Si è dovuto notare, art. 618 e 626, che gli antichi ebbero questa cura tanto per mantenervi la pulizia, quanto per ragioni di politica. Essi separavano con alte muraglie

il porto mercantile da quello degli armamenti da guerra, acciò nessuno sapesse ciò che si operava in quest' ultimo che era ben chiuso senz' avere nulla di comune col resto. Saggia precauzione, che cela al nemico i disegni che si possono avere, e gli toglie ogni mezzo di appiccare di nascosto il fuoco a qualche vascello per comunicarlo agli altri.

701. Volendo stabilire un porto è un'attenzione importante quella di osservare se vi si generano de' vermi che rodono il fondo dei vascelli, gli alberi ed altri legnami da costruzione che si dovranno deporre in bacini particolari. Questi vermi sono rarissimi nei porti di Francia sull' Oceano, ma non è lo stesso in alcuni del Mediterraneo. La maggior parte sono recati dalle Indie e dalle isole dell'America. Sono essi un po' più grossi dei bachi da seta, hanno il corpo tenero e lucente, la testa rotonda e nera, estremamente dura, armata di un becco in forma di succhiello che girano a loro piacere: traforano la bordatura e gli altri legnami in modo da mettere il vascello fuori di servigio.

702. Per prevenire questo inconveniente in Europa si munisce il di sotto della nave di un intonaco composto di pece e vetro polverizzato che si ricopre di grossa carta bigia; poscia di una bordatura ben calafattata su cui si attaccano dei chiodi a punta breve con testa larga serrati molto dappresso. Nelle Indie si guarentiscono i vascelli dai vermi mettendo uno stucco fra la bordatura interna ed esterna; questo stucco è composto di calce viva mista a stoppa minuzzata, il tutto impastato con olio di cocco, simile a quello di noce; allora i vermi possono ben traforare la bordatura esterna, ma non passare oltre. Con questo spediente i vascelli di Surate si conservano più di cento anni.

703. È inutile dire che l'ingresso di un porto deve essere protetto da opere di fortificazione situate felicemente; vi si edifica d'ordinario una cittadella pel vantaggio ch' essa ha d'imporre in pari tempo agli accessi del porto ed all' interno della città in caso di sedizione. Tale era l'oggetto della cittadella di Dunkerque, e lo è di tutte le altre conformemente e similmente poste (656). Siccome non vi è che la disposizione dei luoghi la quale possa far nascere delle idee sopra la forma dei pezzi che potranno convenire di più per la difesa di un porto e di una rada, non intraprendo a dettagliare una parte così dilicata; basta dire in generale che l'ingresso di un porto deve essere impenetrabile al nemico, stretto così da poter essere chiuso con catene e fiancheggiato così bene dalle difese delle rive opposte che si possa aver certezza che non sarà mai forzato, ed inoltre che i vascelli e gli edificj della marina non possano essere bombardati nè cannoneggiati dalla parte del mare; che innanzi all' imboccatura del porto od alla portata di esso non vi sia nessuna rada od ancoraggio, che non sia difeso.

Passo sotto silenzio tutto ciò che si riferisce alla difesa dalla parte di terra, ed a quella della costa per opporsi agli sbarchi. Questa parte è troppo vasta e non entra nel mio scopo. Ma non ho potuto a meno di dire una parola su ciò che spetta alla difesa dalla parte del mare, avendo questo terzo libro per oggetto principale i metodi diversi a cui si deve ricorrere per edificare tutte le opere che possono abbisognare tanto per bonificare un porto, quanto per difenderne l' accesso e guarentirlo dal bombardamento, come giudicherassi dagli esempi che riferirò nei capitoli seguenti.

704. Avrei ancora infinite cose da dire su la miglior forma dei porti di

mare secondo la loro situazione riguardo alla configurazione della sponda, della costa e delle isole vicine se ve ne sono, ma queste non si possono esporre a dovere se non dopo aver esaminato ben dettagliatamente il lungo ove si vuol lavorare, per osservarvi il diverso corso delle maree e il vento vantaggioso o contrario. Tali conoscenze non si acquistano che dopo uno studio regolare delle piazze marittime in generale, non essendovene alcuna che non offra argomento d' istruzione. Per mancanza di tale studio sembra che in alcuni luoghi siasi regolato senza principj onde non s' incontrano porti ove non si vedano difetti nella disposizione delle opere che vi si sono fatte, benchè quelli che ne ebbero la condotta non abbiano mancato d'abilità; ma è molto difficile preveder ogni cosa. I cangiamenti che succedono nell' azione del mare fanno sovente che ciò che dapprima si era giudicato buono diviene in seguito nocivo; perciò bisogna considerare non solo l' effetto che produrrà sull' istante l' esecuzione del progetto che si medita, ma più ancora le conseguenze che ne potranno risultare anche nei tempi più remoti. Vi sono dei casi ne' quali tutti gli sforzi umani non possono giugnere a stornare l' azione delle leggi della natura; il solo partito che rimane a prendersi è quello di cercare altre vie per cui si possa senza troppo violentarla sottometterla ai nostri bisogni.

705. Molti porti si sono interrati, senza parlare di quelli che ai dì nostri sono in pericolo di avere la stessa sorte per le sabbie e le ghiaie che il mare od i fiumi vi hanno recato e per non averli mantenuti in buono stato coll' azione delle chiaviche o delle macchine. La bella posizione di una baja o di un seno impegna a costruirvi ciò che conviene alla sicurezza ed ai comodi della marina; vi si elevano con grandi spese delle dighe e dei moli per salvarla da un vento di traverso o dalle onde, e succede che il porto insensibilmente s' interra, benchè non se ne fosse dapprima creduto suscettibile. Il mare trovando un soggiorno più tranquillo che per lo passato vi depone i corpi stranieri che seco recò prima che si avesse rotto con dighe il suo moto. Ora, siccome si possono incontrare dei luoghi della costa ed anche un certo fondo terroso al largo, da cui si staccano delle materie che si confondono con le acque nelle tempeste, è necessario osservare ciò che converrà fare per impedire che il flotto le rechi nel porto, o che formi a lungo andare verso la sua imboccatura una barriera che potrebbe divenirgli nociva.

706. Non è meno interessante l' esaminar bene l'effetto che produrrà un fiume che sbocca in vicinanza di una baja che si vorrebbe scegliere per istabilirvi un porto; quello di Bouc su la costa di Provenza fra Marsiglia e l' imboccatura del Rodano ce ne offre un esempio tanto istruttivo che non devesi dimenticare.

707. Altre volte su la riva orientale del Rodano, ad una lega circa dalla sua imboccatura, vi era un terreno alquanto più basso del restante ove il mare entrava quand' era agitato, vi formava varj piccioli stagni che in certi luoghi non erano separati dal fiume che con una fascia di terra che gli serviva di sponda. Quando nell' estate questi stagni si trovavano a secco, il sale che vi era deposto dava motivo ad un grande contrabbando di sale; volendolo impedire si tagliava la sponda per lasciar passare per mezzo di una chiavica serrata da una paratoja, le acque del Rodano in tali stagni e scingliere i sali. Questa chiusa che non doveva essere aperta che al bi-

sogno, essendosi lasciata aperta per negligenza una notte dell'anno 1711, in cui il Rodano crebbe repentinamente, vi passò con tanta violenza che ne portò via le spalle e si aperse un passaggio che andò sempre allargandosi per la facilità che il pendio del terreno dava alle acque di scolare per un cammino più breve e meno faticoso di quello che fossero le sinuosità dell'imboccatura del Rodano chiamata *Bras-de-fer*.

La commissione nominata per esaminare ciò che dovevasi fare in tali circostanze, vedendo che il Rodano si formava naturalmente una nuova imboccatura, credettero che ne risulterebbe un vantaggio alla navigazione, nel rinserrarlo in questo nuovo letto per dar forza al suo corso ed obbligarlo a scavarsi da sè un canale più profondo dell'antico. Ma non osservarono che le sabbie levate dal fondo essendo respinte dal mare non mancherebbero di produrre, come infatti avvenne, degli interrimenti che renderebbero in seguito tale imboccatura difettosa almeno come l'altra, e molto più dannosa al restante della costa che termina a Marsiglia, principalmente al porto di Bouc. Non si fecero queste riflessioni, comunque naturali, e non si pensò che a rinchiudere le acque del canale di Lôue nei giusti limiti, alla qual cosa si attese nel corso degli anni seguenti.

708. Prima dell'irruzione del Rodano la sua imboccatura era orientata verso il sud, i depositi si prolungavano successivamente al largo e non cagionavano verun danno al porto di Bouc che non ne risentì se non dopo che si è trattato del canale di Lône; lo scolo delle acque essendosi trovato avvicinato una lega e mezzo a questo porto ha fatto prendere insensibilmente ai nuovi depositi il loro allineamento verso il capo Couronne situato all'E. S. E. dello stesso porto: su la qual cosa devesi osservare che tutti i venti dal sud all'ovest che producono i più grossi flutti nel Mediterraneo spingono su la costa ciò che trasporta il Rodano, senza che quelli che vengono dalla stessa costa, e non gonfiano il mare, possano produrre un effetto contrario, d'onde si può conchiudere che si formerà una barriera che col tempo coprirà l'ingresso del porto di Bouc, e questa è meno una congettura che un fatto incontestabile, mentre questa barriera è già molto avanzata.

709. Le materie trasportate dal Rodano sono di due specie, come succede in tutti gli altri fiumi, le più pesanti che precipitano prima delle altre al fondo del mare formano i depositi del canale di Lône e la barriera precedente; le altre più leggiere sono trasportate più lungi. Allora i venti cacciano una parte di queste acque torbide nel porto di Bouc, ove depongono le ghiaie di cui sono cariche ed innalzano a poco a poco il fondo con una serie di strati.

Nel 1700 questo porto conteneva molto comodamente 36 galere, mentre ora se ne potrebbero porre in sicurezza appena quattro; tuttavia non si può negare che non sia importante, ed il solo ricovero ai bastimenti isviati dalla burrasca, che si trovano esposti ad un pericolo inevitabile nel golfo di Lione, conosciuto generalmente come pericolosissimo; nessuna cosa interessa tanto il bene dello Stato sotto qualunque aspetto quanto il ristabilire questo porto, e vegliare alla sua manutenzione, mentre se si lasciano le cose nello stato attuale è certo che prima che finisca questo secolo sarà del tutto interrato.

710. I mezzi di far cessare un timore così ben fondato sono 1.° di co-

stringere il Rodano a riprendere la sua foce antica, di modo che il porto di Bouc non provi più gl'inconvenienti inseparabili dal canale di Lône, il che non è tanto difficile come si potrebbe immaginare, e lo faremo vedere nel quarto libro, spiegando i mezzi di render navigabili i fiumi; 2.° di scavare entro terra lungo la costa un canale che partendo dal porto di Bouc metta nel Rodano pel cammino più breve onde eluderne l'imboccatura seguendo presso a poco le vedute del progetto del maresciallo di Vauban, che è il solo capace d'interrompere il corso dei disordini cagionati dal canale di Lône, assicurare la navigazione contro ogni accidente e dare al commercio tanta estensione quanta ne può acquistare da questa parte.

Mi sono esteso alquanto su l'irruzione del Rodano onde far sentire quanto bisogni andar circospetto quando si fa qualche opera nella vicinanza di un porto, che sembrava non aver nulla di comune col progetto che si vuol eseguire, essendo certo che se si fosse preveduto come dovevasi che le dighe del canale di Lône cagionerebbero la ruina del porto di Bouc, sebbene distanti 5 leghe, si sarebbero impiegate le stesse spese a costringere il Rodano a seguire l'antico suo corso.

711. I porti situati all'imboccatura dei grandi fiumi navigabili sono di estrema utilità per animare il commercio interno di uno Stato. Tale è quello di Bordeaux su la Garonna, corrispondente al famoso canale di Linguadoca e quello di Siviglia sul Guadalquivir. Le città di Londra e di Middelbourg non debbono esse il loro florido stato la prima alla propria situazione sul Tamigi, e la seconda alla sua su la Mosa? Il male si è che il maggior numero di porti di questa specie non hanno lo stesso vantaggio di questi ultimi quando i fiumi sono limacciosi, e la loro imboccatura non è incassata in solide sponde che non possano essere intaccate dalla corrente. Vi si formano interrimenti che rendono la navigazione difficilissima e talvolta impraticabile per la poc'acqua che vi si trova a bassa marea; la Loira fra gli altri ne offre un triste esempio. Questo fiume che portava un tempo le grosse navi fino a Nantes, si trova ora talmente ingombro e diviso in varie correnti cagionate da varie isolette che sonovisi formate, che nella state del 1746 non restava a bassa marea nella corrente principale che un piede e mezzo d'acqua in varj luoghi da Nantes fino a Painboeuf, per la poca cura che si ebbe ad arginare le sue sponde per contenerla. Nondimeno siccome vi sono ancora 7 a 8 piedi d'acqua nella bassa marea dal mare fino a Painboeuf, si è pensato che facendo un porto in questa città coperto dall'isola Noirmoutier, ed un canale di là fino a Nantes, si restituirebbe a quest'ultima piazza il suo antico splendore e non avrebbe più nulla a temere dalle vicende della Loira.

712. Quantunque le massime componenti il nucleo di questo capitolo riguardino principalmente i porti di primo ordine si potranno del pari applicare dal più al meno a quelli di secondo o di terzo, secondo l'importanza che possono prendere nel commercio in generale e particolarmente per le provincie alle quali corrispondono. Per esempio, i porti di emporio che ricevono le merci dei paesi esteri per trasportarle sopra alleggi pei fiumi nelle città mediterranee o nei porti naturali che non possono ricevere che piccioli bastimenti, meritano di essere mantenuti con egual cura degli altri. Si può dire lo stesso dei piccioli porti, la cui utilità è limitata alla

pesca ed a ritirare i piccioli vascelli di cabotaggio, come sono quelli di Fécamp, di S. Vallery in Caux, di Dieppe, ecc. I loro ingressi debbono essere coperti da moli onde facilitarne l'accesso, specialmente quando non hanno che rade basse simili a quelle dell'Alta Normandia, ove non si può stare quando il mare è agitato dai venti del largo. Siccome ciò che appartiene alla loro direzione e costruzione richiede molta cura, nei capitoli V, VI e VII si troverà tutto ciò che li concerne, quindi cominceremo da essi le istruzioni sul modo di condurre i lavori relativi alle piazze marittime tanto dell'Oceano quanto del Mediterraneo.

CAPO QUINTO

DELLA COSTRUZIONE DEI MOLI DI FASCINONI E DEI FORTI DI LEGNAME CHE SERVONO A DIFENDERLI.

In varj luoghi di quest' opera avendo detto che per facilitare l' ingresso e l' uscita alla maggior parte dei porti dell' Oceano vi si pratica un canale le cui sponde sono formate da moli che sono specie di argini che si spingono nel mare, vuol qui sapersi che si costruiscono talvolta con fascine per dar luogo all' azione delle chiuse che debbono profondare il canale per farle più solide poi in altro momento. Cominceremo adunque questo capitolo con moli di questa specie; dopo di che parleremo nei seguenti di quelli che si fabbricano con incassature di legname piene di pietre, e diremo come si opera per formarle di murazione; ma prima di venire a ciò, termineremo questo con ciò che appartiene ai forti di legname innalzati per la difesa dei moli stessi.

713. Per ben situare questi moli bisogna dirigerli in guisa che ne rendano l'ingresso comodo ai vascelli; il più sicuro mezzo di conseguirlo si è quello di avere una carta topografica esatta della rada e del porto con quanto vi è di rimarcabile nei dintorni, principalmente i corsi delle maree e dei venti più ordinarj, con tutto ciò che merita attenzione; si tracceranno i moli lunghi abbastanza onde le loro teste sieno oltre la linea della bassa marea, onde non lascino alla corrente cagionata dal giuoco delle chiuse la libertà di serpeggiare nella ghiaja e di scavarvi un canale tortuoso che costringerebbe le navi a seguirlo e ad arrenarsi o perire in una burrasca. Si suppone che le chiuse saranno situate relativamente ai moli di modo che le loro correnti venendo ad incontrarsi non ne formino che una sola che infila il canale per tutta la sua estensione senza che una prevalga su l' altra, altrimenti ne risulterebbero delle corrosioni dannose ai moli come si è veduto in qualche luogo. Aggiugnerò che se il canale avesse dovuto avere molta lunghezza e che la forza della corrente la quale si spicca dal porto fosse troppo alterata per spingere le sabbie da esso staccate tanto discosto da potere col tempo formare una barriera molto nociva, bisognerebbe necessariamente situare e destra ed a sinistra all' origine dei moli, altre chiuse la cui azione somministri una nuova corrente capace di supplire a ciò che mancherebbe alla precedente, art. 52, 55, 56, al che importa molto di por mente nel formare il progetto generale, affinchè tutte le sue parti sieno disposte in guisa da concorrere più vantaggiosamente che sia possibile, ad adempiere lo scopo che si propone senza che l'una nuoca all' altra.

714. Quando si è costretti a dare ai moli la stessa direzione delle maree si possono limitare alla stessa altezza, cioè non avanzare una tesa più dell' altra; ma se la situazione dei luoghi esigesse che i moli fossero, per esempio, nella direzione del sud al nord mentre le maree correrebbero N. O. e S. E. bisognerebbe in questo caso fare il molo all' est più lungo di quello all' ovest, onde la corrente che colpirà la parte eccedente ripiegando verso il largo metta questo luogo del mare in una specie d' equilibrio, il che darà ai vascelli la facilità d' infilare il canale per afferrare il porto.

Se il corso delle maree avesse una direzione contraria alla precedente, vedesi bene che allora bisognerebbe prolungare il molo d' ovest più dell' altro, osservando nell' uno e nell' altro caso di dilatare l' ingresso del canale spingendo all' infuori una parte del braccio del molo prolungato per vieppiù facilitare l' ingresso delle navi. Si osserverà nondimeno di non fare troppo grande questo dilatamento per tema che le onde non essendo abbastanza respinte all' ingresso del canale producano ripiegandosi un moto circolare intorno alla testa dei moli. Si dà ordinariamente alle stesse teste una forma rotondata che si può rendere più o meno sensibile secondo la necessità, il che richiede molta attenzione perchè nelle tempeste lo sforzo dei flutti non trascini dietro i moli le navi che volessero entrare in porto.

715. La corrente delle maree non è il solo motivo che costringe a prolungare un molo più dell' altro, la natura della sponda e la sua disposizione vi impegnano pure talvolta per guarentire l' ingresso del canale dai depositi di ghiaie, come a Dieppe ed all' Havre; ma si è veduto nell' articolo 534, con quale circospezione si doveva fare questo prolungamento per tema di cadere in un inconveniente più grande di quello che si vuol evitare; vi sono anche dei casi in cui non si può preservare dagli accidenti di questa specie, se non attaccando nell' origine la cagione del male, sia col radere la parte sporgente della costa che produce la ghiaia, o col fare in guisa di coprirne il piede di modo che il mare non ne possa più staccar nulla. Potrebbe anche darsi che l' intrapresa di uno di tali spedienti fosse spaventevole per l' enorme dispendio; tocca alla saggezza di quelli che debbono vegliare agli interessi dello Stato il regolarsi secondo l' importanza del porto che si vuol conservare ed all' abilità degl' ingegneri nel suggerire i mezzi più convenienti, considerando le cose riguardo alle conseguenze che potranno avere in seguito per tema di non recare che un rimedio di poca durata soggetto ad essere incessantemente rinnovato e quindi ad una manutenzione assai più onerosa che non sarebbe una spesa fatta una volta per sempre.

Il trasporto delle sabbie che le correnti depongono in alcuni luoghi dell' ingresso di un porto formandovi dei banchi troppo lontani dalle chiaviche acciò il loro scarico possa distruggerli a misura che s' innalzano i depositi dà pur luogo talvolta ad allungare il molo corrispondente a tali correnti, onde venendo esse ad urtarlo sienn respinte al mare ed impediscano che il deposito succeda sempre nello stesso luogo.

716. Benchè i moli si facciano d' ordinario in linea retta, si uniscono o si piegano talvolta un poco indentro se la corrente infila direttamente il canale con troppa velocità, onde impedire che le navi che sono nel porto sieno incomodate urtandosi le une contro le altre o andando a battere contro

le sponde, art. 646; ma bisogna stare in guardia curvandoli di non alterare troppo l'azione dell'acqua che le chiuse abbandoneranno a bassa marea per la manutenzione del canale; per conseguenza conviene aver riguardo alla posizione delle chiuse stesse ed a molte altre avvertenze che io lascio alla discrezione di coloro che saranno nell'occasione di formare progetti di questa specie.

717. Dopo tutte le osservazioni convenienti per dirigere i moli più vantaggiosamente che sarà possibile si daranno ad essi dalle venti alle ventiquattro tese d'intervallo fra la loro origine dalla parte del porto acciò che le correnti che abbandoneranno le chiuse non mordano troppo dappresso il piede dei moli, ma si dirigano in guisa che il canale vada sempre allargandosi verso la sua imboccatura. La regola che mi è sembrato di poter seguire in simile caso, quando nessuna ragione impedisce di tracciare i moli in linea retta per tutta la loro lunghezza, si è di fare questa estremità più larga dell'altra un dodicesimo circa della lunghezza del canale stesso, cioè che se l'intervallo dell'origine dei moli fosse stato determinato a 24 tese, e la loro lunghezza a 200, la cui dodicesima parte è 16 e due terzi, la larghezza dell'ingresso del canale sarà in questo caso di 40 tese e 4 piedi e così delle altre, a meno che non si abbiano ragioni per modificare questa regola secondo le circostanze.

Sezione I.

Dei moli di fascinoni.

718. Appena Loigi XIV si vide in possesso di Dunkerque, e che ebbe giudicato da sè stesso dello stato del porto, che allora non poteva ricevere che mediocri vascelli, sentì la necessità di cominciare dal canale le grandi opere progettate, onde l'azione continua delle chiuse lo profondasse, mentre si eleverebbero le altre opere per bonificare il porto e fortificare la piazza. Siccome la corrente abbandonata dalle chiuse non poteva scavare la sabbia e trasportarla lungi, se non essendo rinserrata in una direzione costante, si lavorò dapprima ad innalzare delle dighe di fascine sul prolungamento delle due estremità che si trovavano già stabilite.

Riferirò il dettaglio di ciò che fu seguìto nel corso di questo lavoro acciò in simile caso vi si possa conformare in tutto o in parte; questa specie di moli quando sono intesi bene, avendo tutto il successo che se ne può sperare, sono attissimi a sostenere gli assalti del mare per poca resistenza che vi trovi: ma essendo soggetti ad una grande manutenzione non bisogna considerarli se non come una preparazione ad un lavoro più solido di cui esse facilitano oltremodo l'esecuzione.

719. Siccome lo spessore Y Q dei moli di fascinoni presi su la loro base deve essere proporzionata alla loro altezza V X ed alla forza del mare, specialmente alla sua profondità nel tempo delle acque vive, io ho osservato, esaminando ciò che fu eseguito di meglio in questo genere, che era duopo che l'altezza dei moli medesimi stesse presso a poco alla larghezza

della loro base compreso il pendio e le riseghe, nel rapporto di uno a tre, per conseguenza se bisognava dare 24 piedi di altezza ai moli, acciò la sommità fosse 5 o 6 piedi, superiore al livello delle alte maree, si avrà la larghezza della loro base triplicandone l'altezza che è quella che si è data ai moli di Dunkerque, come si può giudicare dal loro profilo con una parte della pianta riportata su la Tavola VI.

720. Per cominciare quest'opera se ne marca la larghezza con due linee che non sono affatto paralelle, perchè i moli divenendo più alti a misura che si prolungano verso il mare si regola in conformità della norma precedente cacciando fuori del canale la loro sponda esterna, il che si eseguisce comodamente nel tempo delle acque basse, delle quali si approfitta per smovere il terreno e scavarlo per un piede onde incassare il primo letto di fascine. Per impedire che il mare faccia degli scavamenti al di sotto dei moli di fascine, il che potrebbe cagionarne la distruzione, si scava per tutta la lunghezza della loro base sotto la cima del fascinato esterno e talvolta anche sotto quella dell'interno un taglio T che si riempie di argilla ben battuta col mazzapicchio onde formare un buono strato, la cui altezza e spessore dipendono dalla maggiore o minor ragione che si ha di preservare l'opera dagli accidenti onde sarà minacciata dalla parte del mare e dalla corrente abbandonata dalle chiuse. Inoltre si ha molta cura d'interrare le scavature che s'incontrano, con buzzoni i quali sono cilindri di argilla inviluppati di fascine legate da vimini, componenti grossi salciccioni. Tali buzzoni resistono molto meglio all'azione delle correnti che non farebbe la sabbia che vi si gettasse la quale non mancherebbe di essere portata via al ritorno del mare.

721. Dopo aver fatti gli sterri e riporti necessari si estendono varj strati di fascine piane di 6 in 7 piedi di lunghezza per 18 in 20 pollici di circonferenza nella grossa estremità formanti insieme un letto di un piede di spessore colla loro lunghezza posata a traverso del molo. Si osserverà che la testa di quelle che saranno alle estremità corrisponda alle linee e di ritirarle alquanto indentro a misura che s'innalzeranno i letti per formare le scarpe marcate dal profilo che si avrà da seguire.

Ben posate le fascine di questo primo strato per lo spessore di un piede, si fermano con ordini di picchetti lunghi 3 piedi alla testa dei quali si fa un uncino, si piantano consecutivamente a 18 pollici di distanza gli uni dagli altri seguendo l'allineamento del molo, e questi filari si ripetono di tre in tre piedi su tutta la sua larghezza, quindi si formano i legami composti di due o tre vimini lunghi 15 o 16 piedi immagliati intorno ai picchetti che si sono lasciati sporgere a tal uopo e formando insieme circa due pollici di rilievo per fissare le fascine, perocchè l'uncino dei picchetti, terminando di piantarli, impedisce che sfugga l'ultima cordonata di vimini, mentre fa duopo che ciascun legame prema le fascine in modo che piegando da una parte e curvandosi dall'altra, il tutto componga un insieme quasi a livello per ricevere gli strati del letto seguente.

Ripetendo i letti di fascine in tal modo fermate s'innalza successivamente il corpo dei moli osservando che gli ordini di picchetti sieno sparsi in diversi piani verticali per legare più intimamente gli strati superiori cogl'inferiori; il che si fa con molta intelligenza per parte degli operaj che sogliono eseguire i fascinamenti, mentre tutti non sono a proposito; per-

ciò quando sui lavori non si hanno lavoratori pratici bisogna chiamarvene per istruire gli altri.

Siccome non si può lavorare alla costruzione dei moli se non quando si ritira il mare si ha molta cura prima di abbandonar l'opera di caricarla di grosse pietre senza di che rialzandosi esso la distruggerebbe, richiedendo il fascinamento molta vigilanza fino a che sia interamente innalzato sopra le acque più alte. Quando poscia il mare permette di ripigliare il lavoro si rimovono le pietre stesse per continuarlo e si ripongono di nuovo quando si vuole abbandonarlo.

722. Finalmente quando si è pervenuto alla sommità si copre tutta la superficie tanto della sommità quanto delle riseghe a pendio della sponda con un graticolato di legname di abete di 4 pollici di squadratura, i cui compartimenti sono di due piedi in quadrato, fermati da piccioli pali o piantoni M, profondati in isbieco lunghi 12 in 13 piedi per 11 a 12 pollici di circonferenza alla grossa estremità, e il resto diminuendo fino alla punta, come si può vedere nelle figure 4 e 6, Tav. 6, che offrono il progresso del lavoro ed ove si osserveranno le riseghe NL, SR, e le sponde NY ed RZ.

Aggiugnerò che non vi è che un solo piantone M per ciascun compartimento conficcato in uno degli angoli; che la testa di essi ha un foro di 30 linee di diametro in cui si passa il capo di un picchetto lungo un piede e mezzo per ritenere più solidamente il graticolato. Questi compartimenti sono poscia riempiti di pietre dure o di grossi pietrami piatti posati in coltello ed a secco, serrati a forza uno contro l'altro a colpi di mazze di legno e non con martelli di ferro per timore di rompere la pietra. I vuoti lasciati dalle loro ineguaglianze si riempiono con picchetti cacciati a forza e il tutto con le stesse precauzioni da noi riportate all'articolo 326, parlando delle platee accessorie delle chiuse.

723. Benchè siami stato assicurato che il profilo da me qui riportato fosse anticamente eseguito a Dunkerque, non posso credere che siasi dato così poco pendio alla faccia KS dei moli dalla parte del canale. Quanto al piede, noi supponiamo che siasi prolungato fino all'incontro del fondo secondo la linea RZ. Del resto siccome il mio scopo è stato quello di mostrare soltanto il modo d'impiegare le fascine per tali opere, lascio a quelli che ne avranno la condotta la cura di fare i profili come crederanno conveniente.

Questo modo di mettere in opera le fascine s'impiega pure talvolta per innalzare delle dighe opposte all'azione del mare come si vede ad Ostenda dal porto fino alla famosa conca del canale di Bruges; in questo caso le dighe sono fortificate dalla parte del paese con un argine di terra. Le picciole conchiglie si attaccano in tanta quantità alle fascine che tutta la superficie ne è coperta, il che contribuisce a guarentirle dai danni che possono recare le ondate: quindi è proibito sotto pene rigorosissime di staccarle per l'interesse che si ha di lasciarle moltiplicare.

724. Per guarentire i moli dall'urto dei vascelli che passano nel canale e in pari tempo agevolare l'allaggio, si piantano dei pali di guardia A, che servono in un colle chiavi che li ritengono a sostenere un picciolo ponte per comunicare da un capo all'altro di ciascun molo fino al forte che si è fatto alla loro testa, come se ne può giudicare dal profilo ove si

osserverà che dopo aver innalzato il fascinamento presso a poco fino all' altezza della risega NL terminata a qualche piede sopra le più alte maree di acque vive, si alzano dei castelli per piantare i pali A, C, F, H di cui è composta l'armatura di ciascuna travata. Queste armature si posano ogni 9 piedi e si costruiscono presso a poco come quelle delle sponde di legname di cui si è parlato all'articolo 362, del volume precedente, perciò rimandiamo ad esso in quanto alle ferramenta. Vedesi che ciascuna di queste armature è formata di un palo di guardia A, lungo 36 a 40 piedi, avente 16 pollici di riquadratura alla sommità e 9 in 10 inferiormente coperta da un cappello L di 16 per 10 pollici di riquadratura legati anche da un appoggio D grosso 12 per 8 pollici, cui sono attaccati i tiranti B di 10 in 12 pollici e di lunghezza proporzionata allo spessore del molo. Questi tiranti sono sostenuti dai pali C F attaccati al dormiente G E di 10 pollici di squadratura e trattenuti da altri due di rinforzo H, di grossezza proporzionata alla loro altezza: tutte le travate sono legate insieme da una corsia di catene di 10 per 12 pollici di squadratura.

Sopra ciascun tirante è attaccato un cuneo di legno K per portare tre pezzi di 6 per 8 pollici di squadratura che serve a sostenere il tavolato I del ponte, largo sei piedi, avente un parapetto P dalla parte del molo ed un altro verso il canale fatto naturalmente dal cappello L. Il resto è facile da comprendere considerando la relazione che hanno insieme il profilo e la pianta ove le cose simili sono marcate dalle stesse lettere; perciò non mi vi trattengo di più e mi appagherò di dare un modello di capitolato estratto da quelli che anticamente furono adoperati a Dunkerque per la costruzione dei moli di fascine.

Condizioni per la costruzione dei moli ed altre opere di fascine adattate ai porti dell' Oceano.

1.° L' appaltatore sarà obbligato a scaricare ed anche mettere in mucchi nei luoghi che saranno indicati dall' ingegnere direttore dell' opere, tutte le fascine, vimini e picchetti che saranno condotti sul luogo e ricevuti nel corso dell' anno.

2.° Sarà obbligato di fornire a proprie spese tutti i battelli, belande, barcajuoli, carrette, carrettieri, cavalli ed operaj di cui avrà bisogno pel trasporto, scarico ed ammassamento delle stesse fascine, vimini e picchetti sui luoghi ove saranno ricevuti; e di là, quando ne sarà bisogno, trasportarli sul lavoro e scaricarli ove saranno messi in opera.

3.° L' appaltatore farà eseguire il fascinamento come gli sarà prescritto conforme alle misure del profilo che gli consegnerà l' ingegnere, il quale potrà cangiare ciò che crederà a proposito quando lo richiederà il caso senza che l' appaltatore possa pretendere nessun aumento di prezzo.

4.° A misura che si avanzerà l' opera di fascine sarà caricata dall' appaltatore ed a proprie spese con pietre che saranno condotte sui luoghi più presso a cantieri che sarà possibile, colle belande di quelli che ne avranno assunta la somministrazione.

5.° L'appaltatore sarà obbligato a somministrare tutti i fascinoni di cui si potrà aver bisogno se si trovano delle infossature da riempire, ed a misura che i fascinamenti delle due braccia che debbono formare il canale

saranno portati alla conveniente altezza, ne pavimenterà la sommità e le rampe con pietre in coltello nei graticolati, ponendo le più grosse dalla parte esposta alla violenza del mare, e le serrerà con quanti picchetti occorreranno.

6.° Se durante il cattivo tempo e per la grande agitazione del mare succedesse qualche guasto o breccia nel fascinamento, l'appaltatore sarà obbligato a ripararli a proprie spese per la mano d'opera soltanto, con fascine, verghe e picchetti somministrati a carico regio, purchè le opere sieno eseguite da sole 48 ore, diversamente saranno riparate a spese di Sua Maestà, e l'appaltatore sarà pagato come per opera nuova.

7.° Per evitare questo inconveniente sarà obbligato a far caricare di grosse pietre la sua opera ad ogni marea prima di continuarla o di cominciarne un'altra corrispondente del tutto alla stess' opera, finchè sia in istato di sostenere il mare, in difetto di che sarà obbligato in caso di sinistro a ristabilirla a sue spese e rimborsare in denaro la quantità di fascine, verghe e picchetti che il mare avrà portato via per sua negligenza avendo mancato di seguire quanto è prescritto qui sopra.

8.° Le fascine effettivamente impiegate si pagheranno all'appaltatore per ogni migliàjo, con che però le faccia pichettare e legare convenientemente; un fascio di verghe impiegato in legaioi gli sarà valutato per due fascine, ed un pastone di terra grassa inviluppato da un numero di fascine legato in quattro luoghi, sarà valutato 10 fascine, esclusa la terra grassa che sarà fornita dall'appaltatore delle fascine.

9.° L'argilla che s'impiegherà nelle casse sotto i moli sarà ben battuta ed impastata a strato per istrato per impedire l'infiltrazione delle acque del mare e la formazione di scavamenti. Dopo che questa terra sarà stata innalzata alla necessaria altezza si coprirà di fascine cariche di pietre, onde non sia portata via dalle battute del mare.

10.° Lo stesso appaltatore sarà pure obbligato prima di cominciare il primo letto di fascine e le riempiture di terra grassa a fare uno sterro profondo un piede e mezzo nella sabbia, della larghezza dei fascinamenti e delle riempiture di terra grassa, e nel caso che si faccia uno sterro profondo più di un piede e mezzo, il dippiù gli sarà pagato ogni tesa cubica, come pure i riporti se ne occorreranno.

11.° L'appaltatore sarà obbligato a scaricare a sue spese tutti i battelli, belande e carrette che saranno impiegate al trasporto delle pietre, quando saranno più presso ai cantieri che sia possibile, ed in caso di differenze a questo riguardo, fra lo stesso appaltatore e quello che sarà incaricato della consegna delle pietre, verranno queste definite dall'ingegnere.

Giova sapere che gl'ingegneri di Dunkerque, avendo in seguito conosciuto gl'imbarazzi e le malversazioni cagionate dalla diversità degli appaltatori per l'impiego e la somministrazione delle fascine, picchetti e pietre, credettero conveniente di non pagare che a tesa cubica le opere di fascine impiegate nel corpo dei moli dopo averle esattamente valutate e fecero lo stesso per le pietre misurate sul mucchio.

Sezione II.

Della costruzione dei forti di legname che si fanno sul mare per difendere l'ingresso di un porto e assicurarlo dal bombardamento.

725. Dopo che i moli sono spinti a quel punto che si reputa necessario, se ne assicurano le teste con forti costrutti sovra palizzate quando si ha premura di stabilire delle batterie per la difesa della rada, o che per ragioni d'economia non si vogliono fare di murazione, benchè questa sia preferibile per ogni riguardo. Tali furono i forti Verde e di Buona Speranza, che si eressero nel 1680 alle estremità delle dighe di Dunkerque da cui erano separati per un intervallo di 8 in 9 tese, onde non essere accessibili dalla parte della gola se non con un ponte, come si può vedere osservando la pianta di questa piazza, Tavola 2, Vol. I., relativa agli articoli 42 e 55. Si avrà un'idea di questa specie di forti, considerando la pianta di quello di Buona Speranza, riportata su la Tavola 8, ove si osserverà che dalla parte del mare se gli diede la figura di un ferro di cavallo per meglio scoprire la rada che si trovava difesa da 25 pezzi di cannone, 9 o 10 dei quali servivano a difendere l'ingresso del canale e la testa del forte Verde, perocchè la diga all'ovest corrispondente alla corrente della Manica era più avanzata dell'altra; perciò il braccio destro di questo primo forte aveva più cannoniere che non la sinistra, ov'era una batteria di due grossi mortaj più atti ancora dei cannoni ad allontanare i vascelli nemici. Riguardo al forte Verde si era fatto più lungo che largo acciò potesse fiancheggiar meglio il lato all'est che era il più critico. L'uno e l'altro di questi forti era trincerato alla gola onde l'ingresso ne fosse difeso da due fianchi per timore che il nemico impadronendosi dei moli non se ne prevalesse contro quei posti così avanzati nel mare; ma non vi era da quella parte che un semplice parapetto con qualche cannoniera per collocarvi dei cannoni in caso di bisogno, mentre il parapetto che guardava il mare era molto più solido avendo 6 piedi di spessore per 7 di altezza ed essendo formato di casse di legname composte di pali, catene, cappelli ed intraversature il tutto coperto da bordatura; l'interno era riempito di buona murazione a prova di cannone. Le cannoniere erano praticate a 12 piedi d'intervallo da un mezzo all'altro e munite di una piattaforma di tavoloni come si avrà veduto dalla pianta, come pure si sarà giudicato del fabbricato comprendente un magazzino da polvere A, un altro B per gli utensili, un alloggio C pel custode, un corpo di guardia D pel comandante del distaccamento, un altro F pei soldati, un alloggio G pei cannonieri, un deposito H pei cartocci, un vestibolo I ed il passaggio E della porta del forte. Taccio delle garrette L, delle latrine K, del ponte levatojo M e del ponte fisso N che comunicava con quello del molo adjacente. Questi forti erano ben muniti di palizzate per guarentirli dalle sorprese o attacchi di viva forza nel tempo della bassa marea; essi avevano inoltre una aponda molto estesa che li preservava dai danni che il mare poteva loro cagionare; della qual

cosa giudicherassi dalla descrizione seguente di un altro forte simile presso a poco eseguito nel porto di Calais da noi menzionato nell' articolo 309 del volume precedente ; il dettaglio che daremo della sua armatura ci dispenserà dal dare quella che riguarda i due precedenti, di cui sarà facile giudicarne essendone quasi uguale la struttura.

726. Per costruire solidamente un forte di legname bisogna primieramente aver grande attenzione di guarentire il piede dei pali dagli scavamenti che l'azione delle maree produrrebbe, se facessero presa su la sabbia da cui sono circondati. Perciò quando si comincia a scavare il terreno per la profondità di un piede al di sotto del piano del lido onde posarvi varj letti di fascine ben picchettate e legate, formanti insieme un rilievo grosso 3 o 4 piedi, terminato in pendio tutto all'intorno della base che deve comprendere il forte, onde invilupparlo con una platea larga circa 25 piedi, coperta di un graticolato munito di pietre come si è spiegato nell'articolo 722. Presa tal precauzione si piantano a traverso delle fascine tutti i pali che debbono sostenere la piattaforma o pianterreno del forte disponendoli come è marcato nella figura 7, Tav. 6, in guisa che abbiano circa 10 piedi di fondamento, o più o meno secondo il terreno, il quale essendo conosciuto si giudicherà della loro lunghezza dell'altezza a cui s'innalzano le acque vive facendo attenzione che la testa di questi pali sia appianata a 8 o 10 piedi sopra le più alte maree, acciò che in una tempesta le ondate non incomodino la guardia. In quanto alla grossezza di questi pali è naturale di proporzionarla alla lunghezza, osservando che se avranno 24 piedi non se gli possono dare meno di 11 pollici di squadratura che si aumenterà di un pollice a misura che la lunghezza precedente crescerà di 3 piedi, quindi quelli di 30 avranno 13 per 13 pollici; e quelli di 36 piedi 15 per 15 pollici di grossezza.

727. Siccome il forte che qui riferismo fa fronte all'alto mare, si osserverà che le file dei pali A e B, sono allineate in guisa che i loro prolungamenti mettono capo tutti allo stesso punto centrale C della gola, come farebbero i raggi di un semicerchio diviso in parti eguali, onde non offrire all'intorno che la minore superficie possibile ad un mare irritato; per la qual cosa importa molto di avere riguardo secondo i luoghi per disporre i legnami in modo che si puntellino reciprocamente e sieno in istato di far testa dalla parte ove avranno da provare maggiore sforzo. Questo sistema di legname richiede molt'arte onde non impiegare che i pezzi necessarj e nessuno d'inutile o pregiudizievole, come avviene talvolta, quando si opera senza la scorta de' buoni principi di meccanica.

728. Per assicurare il piede dei pali si lega ciascun ordine del perimetro come E E, con una corsia di briglie di 10 a 12 pollici di squadratura posate sul fascinamento che ritengono a sito contro tutto ciò che potrebbe sovvertirlo; queste briglie sono poscia incrociate dalle chiavi A B della stessa grossezza incassate ed incavigliate insieme formanti un graticolato i cui compartimenti si riempiono di grossi pezzi di pietre onde consolidare quant'è possibile la base del forte che senza tale preservativo sarebbe bentosto distrutta.

729. A quattro piedi sopra il livello delle acque vive, gli stessi ordini di pali sono anche trattenuti da una seconda briglia G H, che serve a sostenere altre chiavi od ascialloni K, dai quali ciascuna fila A B è abbracciata da una parte e dall'altra, poscia tutti questi pali si coprono coi cap-

pelli I di 12 a 14 pollici di squadratura sui quali sono attaccati dei travicelli L di 8 a 10 pollici di grossezza che servono a sostenere la piattaforma M di 3 pollici. Inoltre per assicurare di più la solidità di quest' armatura contro le ondate del mare, i pali, le chiavi e gli ascialloni sono legati intorno da saettoni N di 10 per 12 pollici di squadratura incastrati a maschio e femmina. Intorno alla piattaforma vi è un parapetto O, composto di un numero di ritti trattenuti da un cappello, da intraversature, da catene e puntelli, e tutti questi pezzi di 8 a 10 piedi, coperti da una bordatura grossa 4 pollici, sparsa di cannoniere che non debbono aver meno di 10 piedi d' intervallo per maneggiare il cannone agevolmente posto su carri marittimi.

Siccome la sola ispezione delle figure 2, 3, 5 e 7, tavola 6, basta per giudicare del resto, come anche della formazione del corpo di guardia, che non ha nulla di particolare, non mi vi tratterrò; farò soltanto osservare che la prima figura della Tavola che abbiamo sott' occhio è un profilo di una delle batterie A B innalzate sopra i moli C D E F di Calais, fatte con casse di legname piene di pietre, come vedrassi nel capitolo seguente, osservando che ciascuna di queste batterie occupa in lunghezza 6 campate dei moli stessi che danno luogo a tre cannoniere da ciascuna parte, mentre qui non se ne vedono che due marcate G, presentandosi in faccia nella direzione dello stesso molo; quindi una di queste batterie può contenere otto pezzi di cannone.

730. Per presentare un esempio ancora della disposizione che si può dare al legname di un forte, si considerino nelle Tavole 7 e 8, gli sviluppi di quello che si chiamava Château-Gaillard, situato già alla destra della diga all' est di Dunkerque, che serviva a difenderla ed a nettare la spiaggia dalla parte di Nieuport, art. 58. Siccome la descrizione che faremo di questo castello non può essere intesa bene se non considerando nello stesso tempo i due profili relativi alla pianta, si osserverà che gli stessi pezzi rappresentati in diversi aspetti, sono indicati da lettere simili, da cui sarà facile giudicare il processo di loro costruzione. Il corpo del fascinamento essendosi stabilito, come si è detto, articolo 721, si cominciò dal piantare cinque file di pali E, disposte paralelle al molo, onde i pezzi che doveva sostenere trovandosi allineati presso a poco dal nord al sud, cioè secondo la direzione del corso delle maree, esse vi fossero meno esposte.

Tutti questi pali furono tagliati a livello 6 pollici sopra il fascinamento, onde non avere che il rilievo necessario ai maschi che vi si fanno per coprire ciascuna fila con un cappello F, che serve di piattaforma ai pali H, che debbono sostenere le travi G dello spianato L del forte innalzato 16 piedi soltanto al di sopra della sua base che la maree non coprivano mai che per otto piedi d' acqua circa nelle grandi maree, perchè la spiaggia aveva molto pendìo fra le linee di bassa ed alta marea. Tutte queste travi furono poscia legate insieme con chiavi K ed I incassati in guisa che si trovassero allo stesso piano con le travi M. Siccome l' angolo S P R, era esposto di più al flagello del mare, si è puntellato appoggiando tutti i pezzi O contro il cautonale P Q acciò la risacca sostenuta dai lati P S, P R dal nord e dall' est fosse ridotta a non agire che su la diagonale P Q. Inoltre i pali H sono stati fortificati dalle saette T, dalle razze X e dalle incrociature V, collocate sotto i quattro angoli della piattaforma

e sotto il corpo di guardia. In quanto al parapetto, i profili dimostrano che per sostenerlo, le chiavi I e le travi G sono state impiegate più lunghe delle altre K onde dar luogo ai legami Y e in pari tempo per portare la fascia *a* che serve a sostenere il fregio *b*, di cui questo parapetto era munito. Non parlo delle dimensioni dei legnami adoperati nella composizione di questo forte, perocchè sarà facile giudicarne da quelli del precedente.

731. Riguardo alla palizzata Z che inviluppava il piede di questo forte, si osserverà che dalla parte del nord e dell'est le fascie *d* sono state collocate internamente onde appoggiarle contro i puntelli T coll'aiuto degli sbadacchi, mentre dalla parte del sud e dell'ovest che riguardava la città ed il molo, queste fascie indicate *g* sono state situate al di fuori. Perciò i cappelli F sono prolungati da questa parte per poggiare i puntelli *h* in una direzione opposta alla corrente delle maree che avrebbe in pochi giorni rovesciata questa palizzata, se si avesse avuto minor cura ad assicurarla bene come una parte essenziale da cui dipendeva in qualche modo la salvezza della guardia del forte, che senza ciò avrebbe potuto essere portata via di notte durante la bassa marea quando la spiaggia era del tutto scoperta. Essa serviva pure in caso d'attacco per mare ad impedire che i brulotti si avvicinassero al forte. In tal modo facendo un progetto non si saprebbero meditare troppo tutte le parti relative all'azione del mare di cui bisogna prevedere i diversi effetti in tutte le critiche circostanze, cioè si deve riguardare questo elemento come un nemico pericoloso contro il quale bisogna di continuo stare in guardia.

732. Per dire qualche cosa anche del porto che serviva a comunicare dal molo al forte, vedesi nel profilo della Tavola 8, che si aveva avuto attenzione di guarentire il piede dei cavalletti *p* dalle corrosioni, piantando i pali in un tessuto di fascine picchettate e cariche di pietre; precauzione da cui non è lecito allontanarsi ogni qualvolta se ne pianta su la spiaggia, se si vuole che vi si mantengano solidamente avendone l'esperienza dimostrato la necessità indispensabile. Aggiugnerò in fine che noi abbiamo approfittato di uno spazio che restava vuoto su questa Tavola per occuparlo coll'estremità di uno steccato galleggiante quando il mare è alto per difendere l'accesso dei forti di legname.

Quando si è costretti a costruire un forte di legname in un luogo in cui il mare s'innalza considerabilmente nel tempo delle acque vive, non è sempre possibile impiegare pali così lunghi come occorrerebbero e di grossezza proporzionata per elevare la piattaforma così alta come conviene. Allora bisogna necessariamente innestare i pezzi di legname e commetterli in guisa che si sostengano e si puntellino più solidamente che sia possibile. Alla qual cosa si ebbe riguardo in un progetto che si fece un tempo circa i forti che si dovevano costruire alla testa dei moli di Dieppe, dopo il bombardamento di questa piazza; se ne potrà giudicare considerando gli sviluppi di uno di questi forti riportati su la Tavola 9 che do semplicemente come un esempio atto a somministrare delle idee senza entrare nel dettaglio che diverrebbe noioso dopo tutto ciò che si è veduto su tale argomento. In quanto alle prime quattro figure di questa tavola esse comprendono gli sviluppi di un fanale menzionato al termine del capitolo VIII.

CAPO SESTO

DEI MOLI A CASSONE PIENI DI PIETRE.

733. Volendo seguire successivamente ciò che è stato eseguito a Dunkerque per bonificare il porto, sappiasi che circa venti anni dopo che furono formate le dighe di fascine, si cominciò a farle più solide costruendole con cassoni di legname pieni di pietre. Siccome si trattava di rendere questi moli capaci di grande resistenza con un sistema di legname ben inteso, senza moltiplicare i pezzi male a proposito, i più abili ingegneri che dovevano dirigere questo lavoro si applicarono a produrre dei disegni su ciò che pensavano potersi fare di meglio, i quali erano sottoposti all' esame di Vauban così capace di apprezzarne il merito. Allora Clement manifestò quel genio così felice che gli faceva afferrare il vero nelle cose e che gli meritò quell' alta riputazione di cui ha così gloriosamente goduto; riputazione a cui si è certi di giugnere quando si lavora seriamente ad acquistarla. Avendo raccolto tutti i disegni dei progetti formati in tale incontro, ne riporto tre di quelli approvati da Vauban, la cui esecuzione ebbe il miglior successo; nondimeno sembra che non si abbia seguìto una regola costante per determinare lo spessore di questi moli sopra la loro base riguardo alla loro altezza; come pure pel pendio delle faccie, non essendo alcun partito da un punto fisso, come conviene quando si tratta di adempiere lo stesso scopo; ma esaminata maturamente la disposizione di questi profili ne dedussi le massime seguenti.

734. Per proporzionare l' altezza dei moli alla profondità del mare nel luogo in cui saranno stabiliti, di modo che la loro sommità non sia troppo esposta all' attacco delle onde, bisogna ch' essi eccedano 9 piedi circa il livello della piena marca di acque vive; per conseguenza se la profondità del mare allora si trovasse di 15 piedi in questo luogo, bisognerebbe che la sponda superiore dei moli fosse elevata 24 piedi sopra il suo letto.

Quando il cassone dei moli è poggiato sopra una base di fascine come a Dunkerque, l' altezza di questo cassone deve stare alla larghezza della sua base come 7 a 9; per conseguenza se quest' altezza dovesse essere di 17 piedi, bisognerebbe che la larghezza della sua base ne fosse circa 24.

Volendo regolare la scarpa delle faccie in guisa che le ondate le urtino meno direttamente che sia possibile senza indebolir troppo lo spessore della sommità dei cassoni bisogna che la loro altezza stia alla loro scarpa come 7 a 3; d' onde segue che se quest' altezza fosse di 17 piedi, bisognerebbe che la scarpa avesse circa 7 piedi e 4 pollici.

In quanto all'armatura che compone questi cassoni sarà facile giudicarne considerando gli sviluppi di una travata rappresentata dalla Tavola 10, di cui è facilissimo intendere l'oggetto, poichè indipendentemente dal profilo relativo alla pianta ed all'alzato di questa travata, ne abbiamo staccato i pezzi principali rappresentati in prospettiva, onde mostrare in qual modo debbono essere tagliati per formare una buona commessura, il che faciliterà assai l'intelligenza di quanto segue.

735. La parte inferiore dei moli di fascine fatti la prima volta a Dunkerque avendo servito di base a quelli che si sono innalzati, l'altezza delle armature di legname che ne componevano le travate fu proporzionata a quella della loro base che si determinò col demolire la parte superiore del corpo di quelli di fascine, fino a tre piedi sotto l'alta marea delle acque morte ordinarie, cioè fu conservato il restante insieme alle spoode. Le fascine del fondo avevano allora acquistato col loro abbassamento e la sabbia introdottasi tanta fermezza quanta ne occorreva per resistere al peso delle pietre di cui dovevano essere riempiti i cassoni, tanto più che la quantità di pali piantátivi contribuì a rinserrarle di più.

736. Gli allioeamenti T V, figura 11, della base delle casse essendo stati tracciati con due linee paralelle a 20 piedi d'intervallo, si cominciò dal piantare i pali X in guisa che il loro centro corrispondesse agli stessi allineamenti a 32 pollici di distanza ed in direzione perfettamente opposta; intendo che quelli di una fila si trovavano esattamente in fronte a quelli dell'altra, come si vedono rappresentati nella figura 4.

Tagliati poscia questi pali alla stessa altezza si è fatto un maschio per ricevere da una parte e dall'altra un corso di panconi laterali B ben legati insieme, come sarà spiegato nel progetto.

Mentre si lavorava a quanto ho esposto, si piantarono pure altri ordini A, ciascuno composto di 5 pali posati ad eguale distanza nell'intervallo di quelli dell'allineamento X; questi ordini erano ripetuti di 8 in 8 piedi, che è la larghezza di ciascuna travata onde sostenerne le armature aventi per base la traversa C incastrata nei puntoni laterali B, ed unita a maschio e femmina coi pali precedenti. Per maggior solidità queste traverse furono anche contenute a ciascuna estremità da due pali Q legati con una cavicchia, come si vede più distintamente nella pianta, ove vi vede pure la testa di un terzo palo Y compreso fra questi, ma sembra che se ne potesse fare di meno.

737. Su questa traversa furono innalzati nel mezzo il picciolo ritto inferiore H, e le incrociature E formate da intaccature fatte per un quarto della grossezza del legno, come rappresenta la figura 10; tutti questi pezzi servono a sostenere il baglio di mezzo D, sul quale fu eretto il secondo ritto H, per portare il baglio superiore E, che in seguito fu abbracciato a destra ed a sinistra, come pure quello di mezzo D, la traversa C e le estremità dei braconi G coo due travi di commessura I, a tale effetto tagliati come si vedono rappresentati separatamente nella figura 5 ed accollati nella figura 8. Inoltre si osserveranno le piaghe K che servono a ricevere i maschi delle traverse rappresentate dalle figure 2, destinate a legare insieme le armature ed a sostenere la fodera M, componente la superficie dei cassoni. Questa fodera è stata incastrata inferiormente in una battuta praticata lungo i panconi B come vedesi dall'estremità espressa

dalla figura 12, che mostra pure come i pali di commessura I mettano capo inferiormente nella stessa battuta ed abbraccino la traversa C, il che non lascia a quanto credo nulla a desiderare, per intendere il modo onde questa armatura deve essere Lavorata, e per dare in pari tempo un esempio dell' arte di rappresentare sensibilmente le cose di questa specie.

In quanto alla parte superiore della fodera essa è coperta da un cappello N mediante una canalatura praticata nella sua faccia inferiore, figura 1, ove si allogano pure i maschi *b* dei ritti precedenti, e per fissare solidameute questa fodera, vi si applicarono sopra tre briglie L rappresentate distintamente dalla figura 17, al pari degli altri pezzi veduti esteriormente; quindi non mi vi trattengo più come sorpasso alle dimensioni dei pezzi che entrarono nella composizione di una travata, poichè si trovano dettagliati nell' articolo seguente, come nel progetto da cui è terminato questo capitolo. Frattanto, avendo voluto porre in maggior lume tutto ciò che appartiene ai moli di cui parliamo, ne riporto un altro ancora su la Tav. 11. Vi si osserverà che indipendentemente dalle traverse e' dalle briglie, le travate sono pure legate insieme dalle lisce A, B, C, la prima che sembra quasi inutile è poggiata su le traverse, la seconda sul baglio di mezzo e la terza sul superiore. Vi si vede tutto ciò che appartiene all'armatura, di cui si accompagna ciascun molo per preservarli dall' urto dei bastimenti e tonneggiarli più facilmente; perciò vi si fa un ponte come si è veduto nel capitolo precedente, con questa differenza che è portato 30 piedi innanzi nel canale per guarentir meglio il corpo delle dighe ed assicurarne il piede, il che si pratica pure dall' altra parte con semplici pali di guardia. Aggiugnerò che di distanza in distanza si fanno altri piccioli porti per comunicazione del precedente con quello che forma la sommità dei moli.

738. Avendo detto nel capitolo precedente che bisognava aumentare l' altezza dei moli a misura che si prolungano più avanti nel mare, è necessario moltiplicarne il legname; ciò che si è fatto con una serie di bagli e di incrociature, come dimostra la figura 1, Tavola 16. Allora per rendere più solide le armature e non ripeter tanto i ritti di mezzo, si abbracciano i bagli con due asciallonі H ciascuno di 9 in 10 pollici di squadratura, rappresentati dalle figure Z; tranne ciò, il resto è lo stesso di quello che precede. Si sappia che mi sono principalmente trattenuto per determinare le regole da me riferite all' articolo 734, perciò ecco le dimensioni della sua armatura, benchè sieno presso a poco le stesse di quelle di cui si parla nel progetto.

A, pali di lunghezza indeterminata dipendendo dal terreno, della grossezza di 9 a 10 pollici; B, panconi laterali lunghi almeno 24 piedi per ciacheduno, grossi 13 per 14 pollici; C, traverse o baglio principale, lungo 26 piedi, grosso 12 per 13 pollici; D, secondo baglio, lunghezza 21 piedi, grossezza 12 per 13 pollici. E, terzo baglio, lunghezza piedi 16 e mezzo, grossezza 12 per 12 pollici. F, quarto ed ultimo baglio lungo 12 piedi, grosso 11 per 11 pollici. G pali di commessura lunghi ciascuno piedi 19, grossi 10 per 11 pollici. H, asciallonі o ritti di mezzo lunghi piedi 17 e mezzo, grossi 9 per 10 pollici. I, traverse lunghe ciascuna 7 piedi e mezzo, grosse 6 per 9 pollici. K, filagne dalla parte del canale lunghezza di ciascun pezzo 24 piedi almeno, grossezza 6 per 6 pollici. L, filagne dalla parte del mare, lunghezza di ciascun pezzo 24 piedi almeno; grossezza 7 per 10 pol-

lici. M, intraversatore lunghe secondo il profilo, grossezza 7 per 8 pollici. N, saettoni lunghi ciascuno 4 piedi, grossi 8 per 10 pollici. O, fodera dei lati, longhezza di ciascuno 19 piedi, grossezza 4 pollici. P, tavolato del ponte superiore, lunghezza di ciascuna tavola, 24 piedi, grossezza 3 pollici. Q, filagne basse, lunghezza di ciascun pezzo, 24 piedi almeno, grossezza 8 per 10 pollici. S, cappelli, longhezza di ogni pezzo 24 piedi almeno, grossezza 8 per 10 pollici.

739. Io non entro nel dettaglio del meccanismo che vi è nell' orditura dei tre profili precedenti essendo facile giudicarne. Per poco che si esamini con attenzione vedrassi che la cosa principale che vi si è proposta è quella di assicorare i due fianchi di una diga in modo da ricevere senza danno gli sforzi delle onde che s'infrangono contro; perciò si dà ad esse, come si è già detto, molta scarpa, affinchè queste ondate non le urtino se non obliquamente. Siccome quella che guarda il mare vi è molto più esposta dell'altra vi sono degl' ingegneri che danno al primo maggiore scarpa del secondo, come si vede nel profilo del primo molo, Tavola 10.

I pezzi che contribuiscono di più alla solidità delle dighe di legname sono i bagli, perocchè essi puntellano i pali colle spalle delle code di rondine degl' incastri che servono pure di tiranti alle armature.

Le filagne e le catene producono pure un ottimo effetto impedendo quant'è possibile il movimento dei moli quando sono assaliti da una burrasca; anche le catene non si debbono impiegare se non quando le armature sono molto alte, altrimenti se ne può prescindere. Riguardo agli altri pezzi, eccetto i braconi ed il braccio della intraversatura corrispondente al mare e che danno dei punti d'appoggio, la maggior parte degli altri benchè necessarj non contribuiscono che debolmente alla resistenza del tutto. La loro ripetizione può anche divenire più nociva che vantaggiosa per le calettature che esigono e che producono il movimento che si osserva nell'armatura quand'è urtata violentemente, perocchè l' attrito ingrandisce le femmine mentre diminuisce i maschi, d'onde risulta il grande movimento delle vecchie dighe, che ne cagiona in poco tempo la ruina.

L' unico spediente per impedire questo danno è quello di non impiegare i legnami che per incastratore, è di combinare le commessioni con asciallonì, del che abbiamo dato un esempio nella figura 7, Tavola 16.

740. Non v'è cosa più importante nelle costruzioni in generale quanto il buon impiego del legname e la savia economia di esso, specialmente in un tempo in cui è divenuto cotanto raro; nondimeno poche persone dell'arte ne hanno fatto uno studio. Renderebbe un servigio dei più importanti alla società, chi, proveduto delle necessarie cognizioni, componesse un buon trattato di Carpenteria. Non abbiamo noi ragione di rimproverare agli architetti di non essersi occupati se non della decorazione e di aver trascurato una parte tanto essenziale dell'arte loro, che abbandonarono alla sola intelligenza degli operaj come se temessero di degradarsi preferendo un lavoro così utile alle futilità che chiamano col nome di ornamento?

741. Non è sempre necessario appoggiare la cassa dei moli sopra una base di fascine, di cui non si fa uso che per approfittare di quello che provano anticipatamente queste specie di moli quando le fascine sono affatto stabilite, ma quando non se ne trovano, come a Calais ed altrove, ed

i moli non debbono avere che 15 a 20 piedi d'altezza, si stabiliscono le traverse che servono di base a ciascuna armatura tanto basse quanto le maree lo possono permettere, lasciando soltanto un intervallo fra essa ed il fondo per conficcarvi con picchetti qualche strato di fascine destinato a guarentire i pali dall'agitazione dell'acqua. Ma se i cassoni dovessero essere spinti oltre la spiaggia, ove il fondo del mare non è mai asciutto e non vi si potesse lavorare comodamente, bisognerebbe allora piantare i pali alti abbastanza per ricevere i correnti e le traverse al livello delle acque morte ordinarie, riempire tutto il loro intervallo con un massiccio a pietre perdute messe in ordine con la maggiore attenzione possibile, come vedrassi quando parleremo di questo modo di fondare, osservando di estenderle così lontane da destra a sinistra da formare delle sponde in pendio dolce; allora questa massa serve a sostenere le pietre di cui si riempiono i cassoni. Questa maniera sebbene assai dispendiosa, lo è meno ancora ed è assai più solida che il fare dei moli con cassoni che abbiano troppa altezza, per la difficoltà quasi insormontabile di renderli capaci di sostenere le ondate di un mare grosso, il che costrinse a costruirli in seguito di murazione.

Non volendo lasciar nulla a desiderare di tutto ciò che può facilitare l'esecuzione dei moli di cui parliamo, ecco un progetto scelto fra i migliori formati da Clement pei moli di Dunkerque, e da me applicato ai disegni della travata contenuta nella Tavola 10, figura 4, 11 e 17.

Progetto per la costruzione dei moli da farsi ad intrecciatura di legname piene di pietre.

Dopo che l'ingegnere avrà segnato con picchetti le linee dei moli e fissati i livelli, l'appaltatore seguirà esattamente l'ordine del lavoro, come si spiegherà in seguito.

Conclusi i contratti farà tosto sgombrare a proprie spese secondo le linee date, tutti i piccioli graticolati, legnami, pietre, sabbie e fascine dei vecchi moli fino a 3 piedi circa sotto le ordinarie piene maree di acque morte.

742. Fatti gli sterri ed appianati bene a livello, l'appaltatore farà armare due capraberte, coi magli pesanti ciascuno 800 in 900 libbre, per battere i pali X ed A.

Questi pali avranno 9 a 10 pollici di grossezza media e saranno piantati a rifiuto di maglio in presenza di un ingegnere che non li riterrà battuti a dovere se non hanno provato tre volate, ciascuna di trenta colpi senza profondarli affatto e in caso che gli operaj ne abbiano piantato fuori dell'allineamento, e che non possano servire a posare i correnti e le traverse, non saranno computati all'appaltatore che sarà obbligato a piantarne altri in conformità della pianta.

Piantati i pali e tagliati all'altezza conveniente si poseranno a maschio e femmina in allineamenti ben retti, paralelli ed a livello i correnti colle linguette B, la cui grossezza sarà di 13 a 14 pollici di squadratura, osservando che le loro commessure non s'incontrino mai in fronte le une delle altre; la loro lunghezza sarà almeno di 24 piedi e saranno commesse con giunture a zigzag lunghe 2 a 3 piedi. Questi correnti avranno una battuta larga 3 pollici e mezzo e profonda 4 per ricevere la fodera del fianco.

743. Al di sopra dei correnti si poseranno di 8 in 8 piedi delle traverse C lunghe 24 piedi almeno per 12 in 13 pollici di grossezza colle loro estremità lavorate a coda di rondine incastrate 2 a 3 pollici sui correnti, osservando ch'essi poggino a piombo e sieno ben commessi a maschio e femmina sui pali. Il taglio del mezzo D avrà 12 per 12 pollici di grossezza e la sua lunghezza proporzionata al profilo.

L'altro baglio superiore E avrà 11 in 12 pollici di squadratura, le estremità saranno lavorate a coda di rondine nei ritti I, ed eccederanno di 12 in 13 pollici le pareti dei moli. Le gole delle code di rondine avranno pollici 6 e mezzo nella loro parte più stretta, che si dilaterà ad 8 e mezzo nella più larga.

Le intraversature F avranno 7 a 9 pollici di squadratura lavorate a maschio e femmina con intaccatura nei bagli, osservando di non tagliarle a metà legno, ma di dare soltanto a ciascuno dei loro bracci un pollice e mezzo o due d'intaccatura, e la loro lunghezza regolata com'è nel profilo.

Le picciole saette C avranno pure 7 a 9 pollici, le loro estremità superiori lavorate a coda di rondine fra i due ritti, e le inferiori a maschio e femmina con un rinforzo e incastratura di un pollice sul baglio.

I piccioli ritti H avranno 9 in 10 pollici di grossezza posati bene a piombo uno su l'altro, lavorati a maschio e femmina con intaccatura di un mezzo pollice nei bagli.

I quattro pali I di commessura di una travata avranno 10 a 11 pollici di squadratura, posati a maschio e femmina con inforcatura su le traverse C, bene accollati gli uni contro gli altri come sono rappresentati dalla figura 8.

Le traverse K, tanto dalla parte del mare come da quella del canale, avranno 7 a 9 pollici di squadratura, gli uni e gli altri lavorati a maschio e femmina con rinforzo e intaccatura di un pollice nei pali di commessura.

Le filagne L, figura 13, avranno 7 a 11 pollici di squadratura, ciascun pezzo delle stesse filagne non potrà aver meno di 24 piedi di lunghezza, le giunture saranno adunche e lunghe da 12 a 15 pollici, e non s'incontreranno le une su le altre, saranno posate bene a livello in faccia alle traverse e combaciate esattamente sui rivestimenti in guisa che non rimanga nessun vuoto al di sotto.

I rivestimenti M dei fianchi saranno tutti in un pezzo in lunghezza ed avranno 4 pollici di grossezza ben congiunti senza difetto di legno, la larghezza dei quali non potrà essere minore di 8 pollici.

Questi rivestimenti e pali saranno ricoperti da un cappello N, fig. 1, di 9 a 11 pollici di squadratura lavorato a maschio e femmina su la testa degli stessi pali e rivestimenti, e fermato ad ogni campata con una o due staffe di ferro per impedire che sia strappato dagli urti delle ondate di mare.

744. Tutti i maschi empiranno esattamente le femmine e saranno proporzionati alla grossezza dei legnami, cioè i maschi dei pali sui quali poseranno i correnti e le traverse saranno grossi 3 pollici e lunghi 5 in 6. Quelli dei pali verticali e di commessura, intraversature, brache, traverse e travicelli avranno 2 pollici e mezzo di grossezza per 5 di lunghezza non compresa la loro intaccatura.

I rinforzi ed inforcature saranno di un pollice di altezza a commessura e ricoperti secondo il bisogno. Tutte queste commessure saranno fatte

da operaj intelligenti diretti da un buon carpentiere, messo a spese dell'appaltatore nella qualità d'ispettore del lavoro, ed in caso che non ne scelga uno bastantemente sperimentato, sarà permesso all'ingegnere direttore di eleggerne uno a spese dello stesso appaltatore, il quale carpentiere od ispettore sarà obbligato ad essere sempre presente alla costruzione dei moli onde possa darne ragguaglio all'ingegnere, quando li visiterà, e ricevere i suoi ordini su la qualità del lavoro.

Oltre il contenuto ed il dettaglio qui sopra, e per maggiore intelligenza, le proporzioni di tutti i legnami che debbono essere impiegati nei moli saranno marcate sui disegni che si consegneranno all'appaltatore, il quale dovrà seguire appuntino tutte le proporzioni, tanto per la lunghezza dei legnami quanto per la loro grossezza a spigolo vivo, e ciò anche pei pali, nè potrà apportare nessun cangiamento sotto qualunque pretesto, a meno che non sia giudicato necessario dal direttore delle fortificazioni, nel qual caso l'appaltatore dovrà conformarsi ciecamente, massime se i cambiamenti saranno fatti per maggiore solidità.

745. Tutte le ferramenta saranno pesate in presenza di un ingegnere che ne terrà un conto, o giornale, e l'appaltatore sarà obbligato a farle mettere in opera a proprie spese, non potendo tali ferramenta essere ricevute se non dopo impiegate. Le estremità delle traverse saranno incavicchiate sui correnti con una caviglia di ferro spuntata di 12 in 15 linee in quadratura e di 14 in 16 pollici di lunghezza a testa schiacciata.

Le estremità dei bagli e delle traverse saranno pure incavicchiate ai pali di commessura con cavicchie di ferro grosse 12 in 15 linee e lunghe in proporzione della grossezza dei legni ed a testa schiacciata, in modo che possano essere fermate da linguette e chiavette.

Le braccia delle intraversature al pari delle brache e catene saranno congiunte da cavicchie di 10 a 12 linee di grossezza, copigliate; le maestre o cappelli saranno legati su ciascuno dei ritti con una staffa di ferro del peso di 10 a 12 libbre.

Se fosse necessario porre delle cavicchie alle due estremità di ciascun rivestimento per tenerlo attaccato ai cappelli ed ai correnti, l'appaltatore vi sarà obbligato.

Le sei briglie dei fianchi saranno attaccate a ciascun rivestimento con una cavicchia di un pollice quadrato, attraversante le catene e i ritti, fermata internamente con linguette e chiavette.

I maschi di tutti i pali, intraversature, brache, pali e ritti, saranno fermati nelle loro piaghe da una o due cavicchie di ferro di 8 a 10 linee di diametro.

In caso che sia necessario armare i pali di una punta di ferro per penetrare più facilmente lo spessore delle fascine, l'appaltatore vi sarà obbligato, e tali punte peseranno 12 in 15 libbre.

La lunghezza di tutte le cavicchie e chiodi spuntati sarà proporzionata alle grossezze dei legnami, di modo che non vi possa esser luogo che per una viera ad ogni chiavetta.

Tutti i chiodi e cavicchie di ferro impiegate nei moli saranno di grossa testa e ben battuta in guisa che il ferro non sia nè bruciato nè difettoso: ciascun pezzo sarà lavorato secondo il luogo in cui dovrà essere impiegato, e nel modo che verrà spiegato all'appaltatore che non potrà somministrare nes-

sun ferro se non è prima sperimentato ed esaminato in presenza dell' ingegnere da fabbri ferraj disinteressati.

Se fosse necessario aggiugnere qualche ferramenta, come chiodi, cavicchie, staffe, àncore o tiranti, come converrà, l' appaltatore vi sarà obbligato sulle basi del suo contratto.

746. Tutto il legname dei moli essendo posato e le ferramenta in opera ben copigliate, le intrecciature saranno tosto riempite di pietre le più dure che si troveranno, la minore delle quali avrà 5 in 6 pollici per ciascuna faccia, disposte acconciamente e posate per mano di esperto muratore, come una murazione a secco, dal di sopra dei correnti fino al di sotto dell' ultimo baglio, poscia si estenderà sopra uno strato di 5 in 6 pollici di grosse ghiaie per empiere tutte le commessure ed i vuoti che si potrebbero incontrare nella disposizione di queste pietre; ed in caso che rimanga qualche vuoto, o che l' appaltatore non abbia tutta la cura che esigerà quest'opera, tanto nella fornitura delle pietre quanto nell' impiego di esse, vi sarà lavorato a sue spese.

Le pietre saranno misurate nelle intrecciature dei moli, e la misura si prenderà dal di sopra del corrente fino al di sotto dell' ultimo baglio dopo avere stabilito uno strato di fascine nel fondo dei moli, accomodato e serrato dal piede fino all' altezza delle traverse basse.

L'appaltatore delle somministrazioni e della posizione in opera delle pietre non potrà nulla pretendere pel loro assettamento; esse saranoo misurate fra il rivestimento dei lati interni senza fare nessuna deduzione per totti i legnami rinchiusi nelle riempiture che saranno misurate piene, per la difficoltà che si incontra nell' ordinarle.

747. Il fondo di tutte le intrecciature di legname sarà riempito di fascine poste a mano, più serrate che sia possibile, dall' antico fascinamento fino sopra il corrente incavato, e si caricheranno subito di pietre in totta l'estensione della loro superficie a spese dell' appaltatore delle fascine, che sarà obbligato a cercarle nei luoghi che più converranno pel suo lavoro.

Le fascine saranno piane aventi alla loro estremità due grossi randelli, o bastoni del diametro di un pollice e un quarto almeno; e di circa otto piedi di lunghezza.

Queste fascine avranno 23 a 24 pollici di circonferenza, misurata al primo laccio che sarà a 5 o 9 pollici al di sotto della estremità grossa; ben serrato in guisa che non vi possa restare alcun vuoto: gli altri lacci saranno posati a due piedi d'intervallo, sempre più stretti che si potrà; ciascuna di queste fascine non potrà aver meno di 7 piedi di lunghezza: e sarà composta di ogni specie di piccioli legni della cacciata di 5 in 6 anni.

Se è necessario ristabilire le scarpe di fascine al piede dei moli, lo stesso appaltatore vi sarà obbligato sul piede del suo contratto, e si conformerà agli allineamenti, pendenze e livelli che gli saranno dati. Fornirà a tale effetto le fascine, i picchetti e le verghe che vi s' impiegheranno.

L' opera pei ristabilimenti di queste scarpe saranno fatte e costrutte come si pratica d' ordinario, e l' appaltatore non potrà pretendere nulla per qualunque sterro od esaurimento d' acqua, e sarà obbligato a far pavimentar bene di pietre poste in piano ed in coltello queste scarpe stesse da buoni selciatori, sicchè tali pietre non possano essere smosse dai colpi del mare.

748. L' appaltatore sarà obbligato a conformarsi interamente al contenuto

di questo progetto ed a seguire con esattezza tutte le linee e livelli stati marcati, come pure le piante ed i profili ed alzati che gli saranno consegnati colla firma del direttore delle fortificazioni; se i legnami eccedessero nelle proporzioni tanto nei pezzi commessi, come nei pali, non sarà valutato il superfluo, all' incontro se li impiega minori degl' indicati se ne farà la deduzione nella misura, e se apporta qualche cangiamento in ciò che è prescritto in guisa che possa pregiudicare l' opera, sarà lecito far rimettere altri legnami secondo le proporzioni volute, e ristabilire l' opera con tutta solidità secondo le regole di cui sopra, a tutta sua spesa, senza che possa pretendere verun compenso.

Per evitare qualunque difficoltà l' appaltatore comincierà a far costruire una o due travate dei moli che serviranno di modelli per le altre, dopo che il direttore delle fortificazioni le avrà esaminate e gli avrà fatto osservare le buone o cattive fatture delle loro commessioni.

Tutti i materiali che saranno impiegati nei moli di legname saranno buoni, perfetti e mercantili, i legnami saranno di quercia, tagliati in buona stagione, squadrati a canto vivo per tutta la loro lunghezza, ben lavorati, senza albume, gruppi, tarli, nodi pregiudicevoli e senza verun difetto al pari di tutti gli altri materiali che vi saranno impiegati, ed in caso che se ne trovino di cattiva qualità o di mal lavorati, benchè sieno messi in opera, l' appaltatore sarà obbligato a cangiarli al primo avviso datogli dall' ingegnere in capo ed a sostituirne altri a proprie spese delle qualità e condizioni testè prescritte; in mancanza di ciò l' ingegnere potrà farli ristabilire col mezzo di quelli operaj che crederà bene, a spese e sempre pel miglior interesse dell' appaltatore.

I pali saranno pure di quercia bene appianati e piallati leggermente su le quattro faccie, e misurati circolarmente con un cordone per ridurli in quadratura per la misurazione.

L' appaltatore potrà impiegare legno d' orno in difetto di quercia solamente nei due correnti canalati in riguardo dell' uso a cui sono destinati, essendo questo legno meno soggetto a fendersi di quello di quercia per la quantità di fenditure e incavature che vi si dovranno fare per la posatura dei tavoloni laterali; ma in caso che l' appaltatore impieghi legname d'orno per gli altri correnti, ciascun pezzo non sarà lungo meno di 24 in 25 piedi, e si lavorerà come sarà spiegato.

Se si credesse necessario far qualche cangiamento nei moli di legname, l' appaltatore vi sarà obbligato, e non potrà pretendere altro prezzo che quello accordato nel suo contratto per ciascuna specie di materiali aumentati. Se le burrasche del mare disordinassero in qualche modo questi moli nel costruirli, l' appaltatore sarà obbligato di ristabilirli a proprie spese; ma se il mare ne demolisse qualche partita, dopo essere stata compiuta e riempita di pietre, l' appaltatore le farà ristabilire a spese regie.

L' appaltatore accettante le condizioni enunciate nel presente progetto sarà obbligato ad ogni mano d' opera per mezzo di conosciuti ed abili operaj, come pure a tutte le forniture di materiali, a tutti gli sterri, utensili, macchine, cordami, esaurimenti d' acqua, quando saranno necessari, battelli, carri, ed in generale tutto ciò che converrà per l' esecuzione della sua impresa senza poter pretendere nulla oltre il prezzo accordatogli nel suo contratto.

Tutto ciò che si dice nel presente progetto, parlando dell' appaltatore, s'intenderà di tutti gli appaltatori, ciascuno in particolare, supposto che l' opera non sia aggiudicata ad uno solo, e le difficoltà che potrebbero insorgere fra loro nel corso dell' opera, o dopo terminata, saranno definite assolutamente senza ostacolo per parte degli appaltatori, dal direttore delle fortificazioni.

749. Aggiugnerò, terminando questo capitolo, che nella composizione di una travata conforme ai disegni e perizie precedenti, vi entrano 132 travi di legname, 960 libbre di ferro, 4 tese cubiche di fascinamento tanto pel riempimento di ciascuna campata quanto per le scarpe, 6 tese cubiche di pietre e 3 piedi e 9 pollici di ghiaia pel riempimento della cassa. Se si attribuisce un prezzo a ciascuna di queste materie secondo i tempi ed i luoghi, si avrà il valore di una campata di 8 piedi che a Dunkerque nel 1704 costò 1423 lire.

CAPO SETTIMO

DELLA COSTRUZIONE DEI MOLI E DIGHE DI MURAZIONE SIMILI A QUELLE ESEGUITE A CHERBURGO ED ALLA BARRIERA DI BAJONA, COLLA DESCRIZIONE DEI PUNTONI E BATTELLI DI CUI VI SI FA USO PER DIRIGERE LE CORRENTI DELLE ACQUE SCARICATE DALLE CHIUSE DESTINATE PER NETTARE I PORTI.

Il prezzo eccessivo a cui sono saliti i legnami per la loro scarsità in una porzione d'Europa, ed i continui ristauri che esigono i moli di legname che bisogna rinnovare dopo 30 o 40 anni, perchè i depositi di limo del mare li fanno imputridire, allorchè in molti luoghi a distruggerli si aggiugne l'urto della ghiaia, vi sono altrettanti motivi che determinano ora a prendere il partito di costruirli di murazione, malgrado le difficoltà di stabilirne i fondamenti; ma il capitolo precedente non sarà meno utile pei porti privi di pietre acconcie ad edificare nell'acqua dove si può supplire con l'abbondanza dei legnami. Nondimeno si giugne a fondare nel mare quando questo lavoro è condotto con tutta la saggezza che richiede, perocchè vi sono diversi modi di conseguire lo stesso fine: il punto principale è quello di scegliere quello che più conviene al mare in cui si deve lavorare; ciò che è proprio per l'Oceano non potendo aver luogo nel Mediterraneo, senza parlare dell'uno e dell'altro riguardo alla situazione dei luoghi che danno motivo ad altrettanti metodi diversi, ciascuno de' quali ha le proprie regole stabilite sul raziocinio e su l'esperienza.

Tutti questi metodi sono quelli che io mi propongo d'insegnare con tanta maggiore accuratezza in quanto che un soggetto così importante non è ancora stato trattato, perocchè per farlo bene faceva duopo appoggiarsi a quanto di meglio si era eseguito, e non se ne poteva avere una conoscenza perfetta se non da quelli a cui ne è dovuto il successo; alla qual cosa sono pervenuto, come giudicherassi, spiegando quanto è stato seguìto da ultimo a Cherburgo ed a Bajona e che può applicarsi principalmente alle costruzioni fatte nell'Oceano, dopo di che troverassi nei capitoli IX, X ed XI, ciò che conviene particolarmente al Mediterraneo.

Sezione I.

In che modo furono costrutti i moli al porto di Dunkerque.

570. Quando si vogliono costruire dei moli di murazione, bisogna più di ogni altra cosa valutare esattamente la profondità a cui deve pervenire il canale onde stabilire i fondamenti, acciò non possano mai essere danneggiati dalla corrente o dal fiume se ve n'è uno che lo formi, o dalle acque sostenute dalle chiaviche; osservando per maggiore sicurezza di guarentire i margini interni ed esterni delle stesse fondazioni con una fila di palanche, il cui cappello corrisponda alla prima risega fatta un piede più alta delle basse maree delle acque vive ordinarie, come vedesi rappresentato dalle figure 3 ed 8 della Tavola 11, che contiene i profili dei moli costrutti a Cherburgo.

Dopo fatte queste osservazioni relativamente alla profondità del canale che si voleva scavare 9 in 10 piedi più basso di quello che era, videsi essere necessario che la prima corsia delle fondazioni pei moli fosse posata a 12 piedi sotto il livello della spiaggia, e per conseguenza quanto fosse difficile e dispendioso far delle ture forti abbastanza per sostenere il peso e l'urto del mare, e quand'anche vi si fosse riescito non si poteva aver lusinga mai di esaurire l'acqua del fondo delle fosse, che doveva essere a 22 o 23 piedi sotto il livello delle acque vive; d'altronde bisognerebbe distruggere e rifare queste ture a misura che l'opera si avanza, per cui si perderebbe molto tempo; quindi si risolvette di prescinderne del tutto, non lavorando che alla spicciolata durante l'assenza del mare, e sempre successivamente per una lunghezza proporzionata al tempo di cui si poteva godere.

751. Prima d'entrare nel dettaglio della condotta seguìta in questo lavoro, giova sapere che ciascuna diga è stata composta di due grossi muri di buona murazione E, A, B, C, D, il primo dalla parte del mare e l'altro del canale, legati insieme ogni 10 tese con altri muri che attraversano tutto lo spessore dei moli, come dimostra la figura 8, formando il loro intervallo altrettante riempiture piene di murazione in argilla per viste economiche con un poco di calce per dare ad essa maggiore consistenza attesa l'enorme grossezza di questi moli che è di 28 piedi sotto l'ultima risega, e la sommità ridotta a 20 piedi per avere da una parte e dall'altra una scarpa di 4 piedi.

Quando i muri di facciata, quelli di collegamento e di riempimento, furono innalzati a cinque piedi sotto la sommità dei moli, si sono ricoperti per tutta la loro lunghezza con una vôlta C, G, H, C, le cui imposte poggiano sui muri di facciata per formare lo spianato G H.

752. Gli allineamenti che limitavano lo spessore che doveva avere ciascun molo essendo stati tracciati, la prima cura fu quella di facilitare il piantamento delle palanche che dovevano incassare la fondazione; quindi si cominciò dallo scavare mano mano lungo gli stessi allineamenti, dei tronchi di trincea la cui profondità si regolava sul livello a cui doveva termi-

nare la testa delle palanche, non dando ad esse se non la larghezza che indispensabilmente occorreva per metterle in ordine e batterle, senza rimover nulla del restante della fondazione che non fu scavata per tutto il suo spessore, se non dopo che le palanche ebbero circondata la parte dei moli che si aveva in animo d' innalzare durante quella campagna.

Siccome si doveva lavorare in ispiaggia scoperta senza il soccorso di nessuna tura, per approfittare del tempo della bassa marea che non era che di tre ore e mezzo, bisognava aver da esaurire la minore quantità d'acqua possibile per ascingare le fosse. In un'ora due bindoli verticali vuotavano 20 tese cubiche di acqua; quindi non restavano che due ore e mezzo pel lavoro effettivo che si riduceva a piantare circa 2 tese lineari di palanche tenute perfettamente nell' allineamento fra due guide. Queste palanche legate insieme a incanalatura e linguetta fatta a grano d'orzo, avevano 5 pollici di spessore e 12 di larghezza ed erano di lunghezza proporzionata alla natura del terreno che ne esigeva comunemente di 10 in 11 piedi per resistere dopo il loro profondamento all' urto di un maglio di 600 a 700 libbre, appartenente ad una capraberta simile alla descritta all' art. 303, che fece un ottimo effetto. Siccome il terreno era composto di sabbia della più grossa si dovettero accerchiare le palanche ed armarle di una punta di ferro.

753. A misura che erano piantati si riempiva immediatamente la parte dello scavo che occupavano, per diminuire nel ripigliare il lavoro i nuovi esaurimenti da fare tosto che il mare dopo averlo riempito si ritira. Per impedire che le onde riempissero di sabbia le fosse e danneggiassero le macchine si elevarono per tutta la lunghezza delle picciole dighe alte 3 piedi rivestite di fascine, legate e coperte di pietre per resistere al loro impeto.

Dopo che si ebbe formata l'incassatura che doveva rinchiudere la fondazione, e si trattò di assiderla alla profondità di circa 12 piedi, si presero le misure necessarie per prevenire tutti gl' inconvenienti presumibili per parte del mare che dovevano essere molto più grandi di quelli che si erano sperimentati per formare le file di palanche, poichè si aveva da fare uno sterro molto più largo e profondo. Non si trovò altro mezzo di sormontarle se non limitandosi a non intraprendere che ciò che si poteva fondare ad ogni marea; e siccome nelle fosse si trovava il triplo di acqua di quella delle escavazioni precedenti, si tentò dapprima di esaurirle con bindoli verticali; ma si dovette abbandonarli a motivo del tempo che bisognava perdere per trasportarli a misura che si progrediva; perciò si preferirono i bindoli inclinati, di cui si è parlato nell'articolo 733 della prima parte di quest'opera. Se ne impiegarono cinque per volta, ciascuno messo in moto da 12 uomini che si cambiavano ogni mezz'ora, mentre altri esaurivano con secchi, o buglioli a valvola per tanto tempo quanto poteva permettere la profondità a cui l'acqua si abbassava. Con siffatta attività si giunse in un' ora di tempo, computata dall' istante in cui il mare si era ritirato al livello della spiaggia ed asciugare del tutto la fossa.

754. Si diedero 11 piedi di spessore alla fondazione di ciascun muro di facciata, e la prima corsia del rivestimento fu posata sopra un corso di tavoloni che si univano alle palanche a quattro piedi sotto la loro sommità, e quando la muratura fu all' altezza di 3 piedi, se ne ridusse lo spes-

sore a 10 per formare la prima risega destinata a ricevere le filagne a cui furono attaccate le palanche. Per renderne immobili le file, queste filagne furono collegate ad ogni 8 piedi, con tiranti di ferro murati nella muratura a cui si fece una seconda risega, due piedi sopra la prima per ridurla a soli 9 piedi di spessore; indi si continuò ad innalzarli dando alla loro scarpa esterna un sesto dell' altezza, ed elevando l' interno a piombo, il tutto continnato in tal modo fino alla sommità. Questi muri avendo 24 piedi d' altezza sopra l' ultima risega sarebbero naturalmente ridotti a 3 piedi di spessore senza il riempimento dei reni della vòlta che copre il riempimento di argilla, elevato in pari tempo dei precedenti muri, come quelli di tramezza, i quali si sono fatti di 5 piedi di grossezza quando si era giunti al termine di 10 tese che doveva avere il loro intervallo; questa vòlta grossa un piede e mezzo fu fatta di pietra da taglio. Quando nell' innalzare i muri di facciata fu raggiunta l' altezza delle vive acque ordinarie, s' infissero nella murazione le áncore ed i tiranti degli anelloni posti di distanza in distanza.

Rimandiamo interamente al capitolo XI corrispondente all'articolo 335 del primo volume, per giudicare di ciò che è stato seguìto nel corso della costruzione dei muri di facciata di questi moli onde renderli capaci di resistenza al più grande urto delle onde, non essendosi trascurato nulla da quelli che ne ebbero la direzione. Aggiugnerò soltanto a guisa di supplimento a questo capitolo stesso, che per la murazione costrutta nell' acqua si può impiegare con molto successo una malta composta di calce fatta con ogni specie di conchiglie calcinate, miste in parti eguali con terrazzo d'Olanda, il cui uso è meraviglioso se può essere guarentito dal mare soltanto per qualche ora, perchè in seguito indurisce abbastanza, acciò l'opera si sostenga contro la violenza de' suoi colpi.

755. Dopo che la vôlta grossa un piede e mezzo in pietre di buon taglio fu perfettamente compiuta, si è coperta di un pavimento formato di pietre le più dure di un piede di spessore, larghe 18 pollici e lunghe 3 o 4 piedi, ben appianate e commesse e legate con cemento, avendo la loro superficie una convessità di 4 pollici per lo scolo delle acque. Dalla parte opposta al canale si è innalzato a piombo un parapetto di due piedi e mezzo di grossezza per piedi 3 e mezzo di altezza, con grosse pietre aggrappònate nella commessura; questo parapetto era traforato per intervalli da doccie; finalmente si posero ogni 10 tese dei vecchi cannoni di ghisa in piedi con la culatta infissa nel mezzo della piattaforma, e in mancanza di essi grosse pietre lunghe 8 in 9 piedi, murate per 4 piedi e tagliate nella forma di cannoni per amarrare i bastimenti e tonneggiarli.

756. Per guarentire il piede di questi moli nel canale dal danno che avrebbe potuto cagionare loro la rapidità della corrente formata dalle chiaviche o dal battito delle onde dalla parte esterna verso il mare, principalmente le parti più esposte alla tormenta, si sono fatte delle serpe lavorate con molta cura, larghe 15 piedi, terminate da un fila di pali commessi, grossi 7 ad 8 pollici e lunghi in proporzione della natura del terreno. Nello spazio compreso fra questa fila ed i moli si sono piantati a scacchiere altri pali simili ai precedenti formanti dei quadrati di tre piedi di lato, e colla loro testa tagliata corrispondentemente alla scarpa della sponda e bassa abbastanza per ricevere il graticolato che dovevano sostenere, dopo

di che si è fatto uno sterro profondo un piede e mezzo per riempiere lo scavo con fascine ben munite di picchetti, e con le celle del graticolato piene di pietre come nelle platee accessorie delle chiuse. Taccio le cure che si ebbero per la buona riescita di quest' opera in generale, per non ripetere quanto ho già riferito nel primo volume.

Sezione II.

Delle dighe o moli costrutti all' imboccatura della Doure per lo sbocco di questo fiume.

757. Quando un porto si trova all' imboccatura di un fiume e vi si sono fatte delle dighe per contenerla in giusti limiti, non si riflette mai troppo su la direzione che conviene dar loro, riguardo al principale oggetto che è quello di favorire l' ingresso e l' uscita dei bastimenti.

Se il corso del fiume alla sua imboccatura non ha che una mediocre velocità e poca profondità d' acqua nel tempo delle basse maree, come avviene d' ordinario, è certo che il mare vi apporta delle sabbie e vi forma dei banchi, il che succede quand' ha più forza per risalire il fiume, che non ha quest' ultimo per respingerlo. Che se nel tempo della loro opposizione l' uno e l' altro si trovano in equilibrio, allora i depositi diverranno sensibili nel luogo ove sarà marcato di più il riposo, com' è avvenuto all' imboccatura della Doure, ove si è accresciuta la barra o trave che avrebbe assolutamente interdetto il commercio di Bajona col mare, se non vi si fosse rimediato con le dighe di murazione innalzate ultimamente a spese regie.

758. Siccome prima di cominciare opere di tale importanza, non si potrebbero esaminare mai abbastanza le conseguenze che potranno avere, devesi questa giustizia a Tourus, direttore delle fortificazioni, autore del grande progetto di cui parliamo, di aver veduto tutto ciò che poteva concorrere al successo che se ne era sperato. Avendo osservato che quando il mare risaliva, la Doure lo faceva con forza molto maggiore di quella che aveva questo fiume per gettarvisi, pensò giudiziosamente che bisognava restringerlo con moli, la cui origine fu posta a 600 tese al di qua del mezzo della barra. Non diede dunque ad essa che 100 tese di larghezza, invece di 200 ch' essa ha mezzanamente da questo termine fino a Bajona, per la distanza di una lega, affinchè le acque che vengono a gonfiarsi per tutta quest' estensione facendo le veci di un serbatojo sfuggissero pel canale con tanta forza quanta ne occorrerebbe per vincere l' alta marea, e potessero scavare la barra. D' altronde bisognava pure stare in guardia che restringendo troppo l' imboccatura della Doure, non straripasse con danno del territorio; quindi non fu che dopo giuste osservazioni che determinossi a non dare che 100 tese d' intervallo all' origine delle dighe e 150 alla loro estremità conforme alle massime da noi stabilite al principio del Capitolo V, ove si dice che per aver la distanza della testa di una diga a quella dell' altra, bisognava aggiugnere alla larghezza del canale verso la sua origine

il dodicesimo della sua lunghezza, che qui essendo di 600 ha prodotto un' imboccatura di 150.

759. La necessità di restringere l'imboccatura della Doure essendo stata riconosciuta indispensabile, il punto essenziale era quello di determinare la direzione da dare ai moli, acciò i vascelli potessero entrare facilmente nel canale, e trovarvi un asilo sicuro contro i frequenti naufragi che succedevano, volendo approdare a questa barriera funesta, il cui passaggio variava incessantemente pei banchi di sabbia che nascevano repentinamente, gettandola ora verso il sud ora verso il nord. Per constatare una faccenda di tanta importanza si unì il 15 ottobre 1731 un' assemblea d'ingegneri di Bajona, insieme cogli ufficiali regii di marina, capitani di navi mercantili, piloti ed altri più esperti nella navigazione del fiume e della costa. Quest' assemblea avea per presidente Barrailh, che li condusse sui luoghi, ove giunto disse loro di essere venuto per ordine regio onde deliberare e regolare con essi la direzione più conveniente alle dighe per lo sbocco della Doure nel mare, e ch' ei sperava che i diversi pareri, se ve ne fossero, sarebbero discussi in modo da riunirsi tutto in uno solo, per le ragioni che saranno trovate le più solide. Per far sì che ognuno parlasse con maggior cognizione, fece posare su la sabbia una carta geografica della costa con una bussola onde giudicare della situazione delle terre del nord e del sud, che terminano all' imboccatura del fiume ov' essa forma una insenatura.

760. Tutti quelli che ivi si trovarono convennero unanimemente, che i riporti del mare su la barra, distante circa 350 tese dall' imboccatura che allora aveva il fiume, erano prodotti da tre lame che vi correvano regolarmente coll' intervallo di un minuto dall' una all' altra e producevano la salvezza o la perdita dei vascelli che passavano su questa barra. Quindi tutta l' assemblea convenne che il mezzo più sicuro ed anche l' unico per non perire, era quello di obbligare i vascelli che vi si avvicinavano e manovrare in modo che le tre lame di cui si è parlato li prendessero posteriormente; avendo riconosciuto per un gran numero d'esempi che quand'esse li prendevano di fianco ne erano rovesciati senza speranza: essere adunque sommamente importante di presentare la testa dei moli all' opposto di tali lame, le quali venendo direttamente dall' ovest al nord-ovest, era necessario stabilire il canale su quest' aria di vento prolungando i moli fino al di sopra della barra.

Questo sentimento parve tanto più solido in quanto che dirigendo i moli all' ovest-nord-ovest si cadeva precisamente nell' antico passaggio che è stato aperto più lungo tempo e considerato il migliore. Riguardo all' intervallo che vi doveva essere fra le teste dei moli si giudicò pure che non dovesse essere minore di 150 tese, come l' aveva regolato Touros, perchè le inondazioni fossero più libere di scolare. Fu aperto un processo verbale di questi articoli firmato da tutti i membri dell' assemblea, che poscia approvato dalla Corte servì di regola a dirigere il lavoro che si fece dappoi.

761. La Doure avendo alla sua imboccatura ove si dovevano fondare i moli per restringerla da 8 a 12 piedi d' acqua nella bassa marea delle acque vive di equinozio, nel qual tempo risale 11 piedi per fornirne circa 24 di altezza, si vede bene che quivi meno ancora che a Cherburgo si potevano fare delle ture per facilitare questo lavoro; perciò si ricorse ad un

espediente più semplice e migliore di tutti quelli che si potevano impiegare in simil caso, come se ne giudicherà dalla descrizione seguente.

Approfittando delle basse maree si è cominciato dal piantare degli ordini di pali per formare delle travate paralelle le une alle altre i cui intervalli furono determinati a 5 piedi da un mezzo all'altro, come dimostra la figura 4, Tavola 11, che rappresenta alcune di tali travate vedute dalla loro estremità, e siccome questi pali erano fatti di pini, si aveva molta cura d' impiegarli, acciò la loro resina li conservasse meglio nell' acqua. D' altronde la prima figura mostra la larghezza di una di queste travate ove i pali sono piantati a 4 piedi circa di distanza da un mezzo all' altro, e commessi con una traversa A B facente le veci di cappello, posata ad un piede sopra le basse maree di acque vive, perciò questi pali sono stati tagliati in corrispondenza a tale disposizione.

Per legare insieme queste travate si sono incrociate con tanti correnti C D quante sono le file di pali formanti un graticolato che non è stato posato se non dopo che fu elevato il massiccio di cui si tratta.

762. A misura che si piantavano i pali di un certo numero di campate, con capraberte montate sopra gabarre, come quella riferita nell' art. 206, si riempiva il vuoto che lasciavano fra loro gettandovi delle pietre dure non soggette a sciogliersi nell' acqua; e perchè componessero insieme un corpo solo si ebbe tutta la cura di mescolarle con altre più picciole in guisa che per tre battelli di pietre ve n' era uno di grossa ghiaia o ciottoli che guarnivano i vuoti pel movimento che loro dava il mare, il che è stato continuato fino all' altezza delle vive acque basse con tanta attenzione quant' era possibile averne, specialmente per disporre bene le scarpe ch' esse formavano naturalmente a guisa di sponda lungo le faccie di ciascun molo avendo queste scarpe per base il doppio della loro altezza; la sommità fu coronata per la larghezza di 7 ad 8 piedi con grosse pietre scelte, serrate e posate in coltello colle commessure suggellate con ghiaia grossa.

Dopo aver lasciato riposare lungo tempo questa scogliera acciò l' impeto del mare costringesse sempre più le pietre e la ghiaia a consolidarsi, al che contribuiva pure con le sabbie che deponeva nei loro interstizj, se n'è bene appianata la sommità per terminarla con una corsia di grosso pietrame alto un piede in malta di cemento; allora la murazione trovandosi elevata al livello a cui dovevano essere posate le traverse A B, esse furono incavicchiate ai pali con maschi ad orecchie di 4 pollici, per tutta la grossezza dei pali recisi a livello della base dei correnti. Queste orecchie erano tagliate alternativamente in senso opposto, cioè quella del primo palo trovandosi a sinistra, quella del secondo era a destra, e così di seguito, figura 1, al pari degli sporti A e B delle traverse che eccedevano di un piede i correnti E, posti in facciata.

L' intervallo che lasciavano fra loro le catene essendo stato riempiuto di buona murazione sempre in malta di cemento, si sono posate tante corsie di correnti quante erano le file di pali incastrati reciprocamente da intaccature profonde 2 pollici ed attaccate con cavicchie spuntate a testa schiacciata, come si fa nella costruzione delle platee delle chiuse; dopo di che si è riempito di murazione il loro intervallo, che si è continuato ad innalzare 2 piedi sopra il livello dei correnti, lasciando da ciascuna parte della parete una risega di 4 piedi, composta delle più forti pietre

messe alternativamente in chiave ed in fascia, e collegate da ramponi a coda di rondine murati in piombo. Dalla parte in cui questi moli erano in origine addossati alle terre si fecero due riseghe di un piede ciascuna, la parete fu innalzata a piombo ed accompagnata da un rinforzo di argilla, e la risega non si praticò che lungo la faccia corrispondente al fiume, come si può osservare nel profilo.

764. Taccio di tutto ciò che si è seguìto per la buona fattura della murazione di questi moli, rimandando, come ho fatto per quelli di Cherburgo, ai luoghi del primo volume in cui questa materia è trattata a fondo. Dirò soltanto, 1.° che ad un piede e mezzo sopra le alte acque vive si sono incastrati nel corpo della murazione i tiranti e le chiavi degli anelli di bronzo posati ogni 50 tese per legarvi i vascelli: 2.° che la copertura dei moli verso la loro origine è stata terminata a 3 piedi al di sopra delle stesse acque vive, per conseguenza a 10 piedi sopra l' ultima risega della fondazione onde il fiume non possa mai straripare: 3.° che verso l' origine di questi moli si è dato ad essi circa 18 piedi di spessore al di sopra della stessa risega, e per iscarpa alla parete corrispondente al fiume, la sesta parte della loro altezza: 4.° che gli stessi moli sono stati fatti aumentando impercettibilmente di un piede di spessore e di 6 pollici di altezza ogni 100 tese di lunghezza, d' onde risulta che dopo 600 tese verso la gola del rotondamento della loro testa questo spessore si è trovato di 24 piedi al di sopra del livello delle più basse maree, affinchè in una burrasca le onde non possano guastarne la sommità: 5.° che la parte della loro testa la più esposta alle tormente di mare è stata circondata da una sponda terminata da pali commessi, l' interno fu sparso di alti pali e tutto il fondo ripieno di pietre miste a ghiaia, e disposte come poc' anzi fino all' altezza del graticolato che fu attaccato sui pali, e le celle vennero riempiute di pietre posate in coltello serrate da picchetti come si pratica in simili casi: 6.° che al principio della costruzione di questi moli si era attaccato sui correnti un solaio di tavoloni grossi 3 pollici di cui poscia si vide l' inutilità, perocchè non faceva che interrompere il legame della murazione col graticolato e la prima corsia di sotto: 7.° che alcuni anni dopo che furono cominciate queste dighe, si è riconosciuto l' errore di aver situato le traverse troppo alte, perocchè essendo di frequente esposte all' aria, erano soggette a imputridire, mentre si avrebbe dovuto tagliarle al livello delle basse maree, come si è fatto di poi, non essendosi incontrato difficoltà a murare nell' acqua alla profondità di 2 piedi: 8.° che avendo riconosciuto che malgrado la cura che si era preso di posar bene le pietre corrispondenti alla superficie delle sponde, il mare le staccava e le trascinava lungi nel letto del canale, non si è trovato migliore espediente per tenerle a sito che quello di empiere i vuoti che restavano intorno con musco intromesso nelle loro commessure per la proprietà ch' esso ha di prestarsi a tutte le configurazioni che si vuole che prenda, e di piegare sotto le onde senza lasciare che facciano presa su di esso.

765. Importa assaissimo quando si vogliono stabilire nel mare delle fondazioni simili a quelle di cui si parla di non mancare di cominciare la scogliera a 5, o 6 piedi di altezza a misura che si piantano i pali, perocchè altrimente le correnti li sradicheranno ben presto. Devesi inoltre osservare nel corso del lavoro di condurre i moli alla stessa altezza

seoza che l'uno sorpassi l'altro di molto specialmente se sono battuti in fianco dal vento che regna più d'ordinario nella costa; per tema di esporsi agli accidenti, de' quali ecco uo esempio.

È succeduto che prolungata la diga del sod molto più di quella del nord, si fu costretti ad abbandonare questa, prima che la murazione fosse innalzata 5 o 6 piedi sopra il graticolato, perocchè i venti di nord-ovest che agiscono con maggiore violeoza, secondati da uoa grossa marea che non era iofranta da questa seconda diga, battevaoo del tutto questa testa da cui portarono via due corsie in cioque maree consecutive, e formarooo sol restante dei guasti che costrinsero a fare grandi riparazioni, il che procedeva aoche dall'avere cominciati i lavori troppo per tempo in una stagione in cui il mare è ancora assai formidabile. D'altronde le sabbie ch' esso spiogeva trovandosi arrestate al piede di questa testa vi si ammassarooo in tanta quaotità che soltanto con gran pena e dispendio impiegato nella costruzione di un pennello provisorio si giunse a distruggere il banco che avevano formato, il che non sarebbe avvenuto se le due dighe fossero state spiote coo lavoro egoale; perocchè, supponeodo che si avesse dovuto costrurre una delle doe più sollecitamepte dell'altra, era naturale, dopo aver esaminato bene il veoto che si aveva da temere, che dovesse essere piuttosto quella del nord, affinchè le sabbie venendo ad addossarsi oon si aumentassero nel canale. E si aveva tanto più ragione di agire così in quanto che fino dal 1731 Touros aveva sentito la necessità di portare la testa di questa diga circa 30 tese più lungi nel mare che non quella del sud, non solo per impedire alle sabbie di ammassarsi all'imboccatura del canale, ma aoche nella veduta di preservare le oavi dall'essere spinte contro quest'ultima; questi sono altrettanti motivi per proluogare una diga più dell'altra, come abbiamo detto precedentemente.

È del pari esseoziale munire bene il piede del molo esposto agli stessi venti, perchè non sia scalzato dalle onde spinte da essi; il che è avvenoto nel corso della costruzione nella barriera di Bajooa, per non avervi fatte le sponde solide abbastanza nei luoghi più battuti. Finalmente devesi anche osservare che per tutto il tempo in cui la diga del sud ha sorpassato quella del nord, l'ingresso del fiume era divenuto più difficile che mai, perchè il vento del nord-ovest esseodo il più violento, e in pari tempo quello che ajuta meglio le navi, v'era molto pericolo che non poteodosi porre paralellamente a questo molo non vi si rompessero.

766. Ho creduto di oon potere a meno di esporre uoa parte degli errori commessi nel corso di tale lavoro, perocchè soltanto con la loro conoscenza si può evitare di iocapparvi; non già che voglia farne on demerito a quelli che ne ebbero la direzione essendo aozi affatto scusabile. Come prevedere tutti gli accidenti che possono provarsi per parte dei varj effetti di una grossa marea? D'altronde per una fatalità necessaria delle cose estremamente difficili, la malignità afferra seoza indulgenza tutto ciò che può biasimare senza tener conto di una infioità di saggie previdenze alle quali si deve il successo di ciò che si trova terminato felicemente.

Non è indifferente l'osservare che tutto ciò che abbiamo insegnato in questo capitolo per la costruzione dei moli si può applicare alle altre opere che si vorranno fare nel mare in circostanze presso a poco simili a quelle

che mi hanno servito d'esempio, particolarmente per la costruzione dei forti e dei ridotti. Quindi non mancheremo di rimandare all'una o all'altra delle precedenti sezioni quando faremo menzione delle fortificazoini marittime ond'evitare delle ripetizioni a pregiudizio di un gran numero di soggetti del pari importanti che ci restano da trattare.

Sezione III.

Delle zattere e puntoni per facilitare lo spurgo dei porti su l'Oceano.

767. Siccome il caso piuttosto che il raziocinio fu quello che stabilì le sponde che circondano i porti dell'Oceano che non si sono coordinati alle viste di un progetto generale bene inteso, non è maraviglia che le chiaviche di scarico si trovino di rado collocate convenientemente alla loro destinazione, perocchè in molti luoghi non sono atate costrutte che molti secoli dopo gli stessi porti. Da ciò provenne che non solo la corrente delle acque non netta dappertutto egualmente il porto ed il canale come dovrebbe essere; ma mentre l'acqua scava da una parte, forma dall'altra dei depositi di ghiaia e di sabbia, che diverrebbero dannosissimi se non si fosse trovato il mezzo di distruggerli a misura che si formano: il che spiegheremo onde terminare questo capitolo, con ciò che ne resta a dire su quanto si riferisce alle dighe.

768. Di tutte le macchine di cui si fa uso per facilitare lo spurgo dei porti con l'azione delle chiaviche, non ve n'ha alcuna che sia riuscita meglio della zattera immaginata da Castain e fatta costruire all'Havre de Grace, ove l'ho veduta impiegata con ammirabile successo. Non v'ha nulla di più semplice e comodo di questa zattera che consiste in un sistema di legname di abete formante un tavolato rettangolare lungo 12 tese per 12 piedi di larghezza, il quale galleggiando ad alta marea può essere condotto ove si vuol fissare mediante gli anelli attaccati alle sue estremità per ancorarlo. Quando si abbassa col mare si fanno discendere in incastri molti pali di quercia innalzati perpendicolarmente sull'orlo di uno dei lati della zattera, che da orizzontale che era prende la situazione di un piano inclinato sotto l'angolo di circa 45°, perchè le estremità inferiori dei pali toccando il fondo del porto, la zattera s'inclina da sè dalla parte opposta a quella in cui si trova puntellata, e rimane appoggiata in tale situazione durante la bassa marea. Siccome, così si dispone appositamente per ricevere l'urto delle acque abbandonate dalle chiuse, sia per radere un banco o per farle ripiegare in un luogo ove non potrebbero naturalmente produrre delle escavazioni, si costringono coll'aiuto di tali zattere ad incavare secondo le direzioni che si vuole ch'esse prendano e si mantiene per tal modo al porto ed al canale una profondità uniforme. Puossi anche con tal mezzo arare i banchi che nascono talvolta alla sua imboccatura quando si trova molto distante dalle chiuse, rinserrando con queste zattere stesse la corrente per restituirle una parte della forza perduta nella lunghezza del tragitto.

769. Per entrare nel dettaglio di ciò che appartiene a questa zattera, si

consideri la figura 8, Tav. 12, che rappresenta una parte del suo tavolato veduto nella posizione in cui si trova quando galleggia. Questo tavolato è sostenuto da quattro correnti A, B, C, D, figura 9, di 17 pollici circa di squadratura, ciascheduno composto di un solo pezzo di abete lungo 12 tese. Siccome sarebbe difficile trovare degli alberi forti abbastanza onde potessero avere dovunque una grossezza di 17 pollici di squadratura, si studia a disporli in guisa che a ciascuna estremità della zattera, si trovi alternativamente una testa grossa ed una picciola. Il secondo corrente B si pone paralello alla distanza di 10 pollici del primo A, ed il terzo C nella metà della distanza fra il secondo ed il quarto D: da 8 in 8 piedi sono collegati con staffe e catene G a traverse accoppiate E F di 12 pollici di squadratura, distanti un piede l'una dall'altra, ed incastrate in guisa che la loro superficie formi un rialzo di 4 pollici sopra i correnti, che è lo spessore del tavolato G di cui tali traverse debbono far parte. Si praticano gl'incastri K per cui passano i pali che servono a sostenere la zattera quand'è inclinata; quindi, secondo le misure precedenti, avrà ciascuno 12 pollici in quadrato formando delle intaccature di 2 pollici di profondità nel primo corrente A, come si può vedere più in grande nelle piante e nei profili espressi nella figura 6 a 7, ove si scorge uno di tali incastri K compreso fra i pezzi A, B, E, F.

770. Per maggiore intelligenza bisogna considerare la figura 3, che rappresenta il profilo di una parte della larghezza della zattera situata orizzontalmente, munito di un palo verticale L M, avente 12 piedi di lunghezza per un po' meno di 12 pollici di squadratura, la cui estremità inferiore è allogata nel suo incastro *a*, *b*, *c*, *d*, ove si ferma nel modo seguente. Questo palo che è rappresentato solo dalla figura 4, ha in una delle sue faccie due incavature N V, Y Q, su le quali sono attaccati dei ramponi Z, disposti a scaglioni formanti altrettante intaccature, in cui s'ingrana il dente e di uno stromento di ferro R S, figure 2 e 4, che agisce sopra un' asse sostenuto dalle guancie P S legate insieme verso la sommità con una cavicchia, ed il tutto attaccato solidamente sul tavolato della zattera. Per impedire che il peso del palo non faccia rinculare questo stromento si ferma con un cuneo di legno T cacciato a forza sotto la cavicchia; e dalla parte opposta alla precedente, questo palo è contenuto da un tassello I espresso ancora nelle figure 1 e 2, ove si vede la pianta dello stromento, e per maggiore solidità i correnti sono anche legati al di sotto della zattera con ascialloni O grossi 4 pollici per 12 di larghezza, posati di 4 in 4 piedi.

771. Quando la zattera trovasi situata ove deve restare stabilmente e sia bene ammarrata per fermarla, si fanno discendere i pali sollevandoli dapprima un poco per ritirare il cuneo T e liberare lo strumento, il che si fa per mezzo di una corda che passa sotto la cavicchia di ferro X, figura 4, che attraversa la testa di ciascun pezzo e di una capra che si ripiega in un battello dopo la manovra, osservando che a misura che questi pali discendono si fermano attaccando ancora lo stromento al dente più comodo dell'incavatura N V, come si osserva distintamente nella figura 5, comprendente la parte superiore della zattera, allorchè essendosi inclinato a bassa marea trovasi puntellata dai pali. Quando il mare s'innalza e la zattera si è rimessa a gala da sè, se si vuole mutar di sito, si rialzano tutti i pali come nella figura 3, ovvero si lascia nello stesso luogo ove di nuovo s'in-

clina nella bassa marea per dar luogo alla corrente delle chiavicbe di agire come prima, il che è facilissimo da comprendersi senza che mi vi arresti di più.

772. A Dunkerqne si fece uso anticamente di un puntone avente la forma di una prisma a base romboidale per dirigere a piacere la corrente delle chiaviche di scarico. Siccome fece ottimo effetto, ho creduto bene di qui riportarlo; esso è aviluppato così chiaramente dalle figure 10, 11, 12 che mi dispenserò dall' entrare nel dettaglio della unione dei pezzi e delle dimensioni dei legnami che appartiene principalmente al maestro coatruttore delle navi, e perciò basterà di far osservare cbe in mezzo a ciascuno dei auoi grandi lati E A F, E B F, vi è un timone A C, B D, il cui alzato è indicato da G col suo manico K che serve a condurre questo puntone ove vuolsi che rimanga; perciò vi è un tavolato H I a due piedi sotto l'orlo superiore P Q per la manovra dei marinaj. La zavorra N L M O di queato pnntone è regolato in guisa che ad alta marea il suo fondo non si trova distante da quello del porto se non quanto è necessario per poter galleggiare, facendolo cioè pescare quanto più si può, onde essendo fermato nel luogo ove deve agire, il suo peso ve lo mantenga stabilmente contro l'urto della corrente, che allora col mezzo di molti puntoni fatti in tal modo, pnò radere dei hanchi di aabbie formatisi nel porto, od approfondare eaao ed il canale nei luoghi ove l'azione delle cbiaviche non si fa sentire con forza.

773. Per impiegare con quanto utile è possibile i puntoni e le zattere destinate a nettare i porti, bisogna studiare con molta attenzione l' effetto che possono produrre le correnti secondo la loro determinazione, altrimenti si cadrebbe nel caao non solo di non adempiere cbe imperfettamente lo scopo che si propone, ma di nuocere in molte occasioni alle dighe di cni non si salva mai troppo il piede con le sponde che le preservano da qualunque accidente. Non bastando la semplice pratica a dedurre a qnesto riguardo delle massime giudiziose si troverà al principio del quarto libro una teoria su l'azione delle correnti cbe supplirà a tutto ciò che ora passiamo sotto silenzio.

CAPO OTTAVO

DEI FORTI DI MURAZIONE SUL MARE PER LA DIFESA DI UN PORTO AD IMITAZIONE DI QUANTO È STATO ESEGUITO A DUNKERQUE, CON UNA DESCRIZIONE DELLA TORRE DI CORDOUAN E DI ALCUNI ALTRI FARI.

Per continuare il piano che mi sono proposto di dare nel maggior dettaglio la costruzione delle principali opere state eseguite a Dunkerque, ecco quanto si eseguì nell' erigere il forte col progetto che il maresciallo di Vauban ne formò e che potrà applicarsi del pari alla batteria di rovescio ed al forte Bianco, essendo questi due pezzi stabiliti in un terreno della stessa qualità ove gli ostacoli prodotti dal mare erano presso a poco gli stessi. Quindi se ne potranno dedurre nuove istruzioni per fondare degli edificj nell' Oceano, dopo di che termineremo questo capitolo con un discorso su l' uso dei fari per illuminare l' ingresso di un porto o la foce di un fiume, dando per modello principale la famosa torre di Cordouan.

Sezione I.

Descrizione di ciò che è stato eseguito per costruire il forte di Dunkerque.

774. Di tutte le opere di fortificazione edificate nel mare per la difesa di un porto, nessuno nega che il famoso Ridotto di Dunkerque, non fosse la più magnifica. La forma bellissima che diede ad esso il maresciallo di Vauban, unito al vantaggio della sua situazione a 550 tese dal bastione del mare ed a 50 dal canale, lo rendeva formidabile da qualunque parte si presentasse il nemico, come si è già detto all' articolo 56: della qual cosa si può giudicare di nuovo considerando la pianta della piazza su la seconda tavola del volume precedente. Ciascuna delle tre faccie del suo parapetto curvilineo T, Tav. 13 e 14, avendo 50 tese, era elevato 46 piedi al di sopra del livello della spiaggia e con 18 cannoniere dirette in guisa che 16 pezzi di cannone potevano battere qualunque vascello sospetto che fosse comparso nella rada. D'altronde questo forte difendeva gli approcci della cittadella, scopriva la spiaggia che va di là a Mardick, quella che guarda Nieuport, e gli accessi alla fronte della piazza da quella parte e si poteva all' uopo mettere in batteria su questo forte fino a 54 pezzi di cannone. Riguardo al suo terrapieno vedesi

che era rivestito entro e fuori onde salvare la piazza ed appoggiarvi gli edificj destinati alla guarnigione che aveva la stessa comodità, come in una buona cittadella. Se ne giudicherà considerando la pianta relativa al profilo espresso dalle figure 3 e 4 che si deve considerare come una sola di cui abbiamo interrotta la larghezza che si suppone di 6 tese.

775. Questo profilo dimostra che sotto il pianterreno dei fabbricati vi erano dei sotterranei per tenerli più asciutti, che servono anche di emporj per ogni specie di cose e che sul pianterreno vi era un primo piano. Il primo pezzo di tali edificj era la torre G comprendente il sotterraneo destinato alla guarnigione; al di sopra vi era un magazzino da polvere al livello della piazza d'armi; al primo piano una cappella; al secondo un magazzino da biscotto, al terzo il posto per l' orologio e nel fianco della copertura una picciola camera per l' osservatore. Questa copertura fatta a padiglione quadrato era eretta a piramide tronca alla cui sommità stava una lanterna a 6 faccie che serviva di fanale, del diametro di 8 piedi, con sopra un cupolino coperto di piombo.

776. Allato a questa torre era l' alloggio F del comandante composto di una cucina, una sala da pranzo, sotterranei al di sotto, e sopra due camere ed un gabinetto con una scaletta per andare sul parapetto. Dall'altra parte vi era un alloggio H per 6 cannonieri, un magazziniere ed il forno, il corpo di guardia I corrispondente alla porta d' ingresso praticata sotto il terrapieno dell' angolo che guardava la cittadella; l' osteria K, l'alloggio L, superiore ed inferiore per gli ufficiali della guarnigione, un salone a vôlta M, per mettere a coperto le armi dell' artiglieria, con presso un picciolo magazzino per i manipoli, ed uno al di sopra per le munizioni leggere, poscia un magazzino da legna e carbone N, delle caserme O, consistenti in 12 stanze per cento uomini con una prigione I, finalmente tre grandi scale a due rampe Q per salire sul terrapieno avente quivi presso le latrine P sopra le cloache, e nell' angolo che guardava la cittadella era praticata sotto il parapetto la porta indicata con un &c a cui si giugneva dalla piazza passando sotto la vôlta di una delle rampe della scala corrispondente. Inoltre vi erano nella piazza d' armi due grandi cisterne, con un pozzo nell' angolo di fronte al Governo.

777. Dopo questa breve descrizione ecco ciò che si è praticato per lo stabilimento dello spalto da dove si è cominciato la costruzione del forte prima di fabbricare la cinta, che importava sopra ogni cosa, di preservare dagli scavamenti che poteva farvi il mare; tutti questi lavori sono stati eseguiti negli intervalli di bassa marea, senza tura in un luogo ove il mare s'innalzava 12 piedi circa sopra la spiaggia nelle acque vive ordinarie. Perciò il lavoro non è stato attivato che a picciole partite, come si è operato nel fondare i moli di Cherburgo, articolo 753, che fa duopo rileggere per maggiore intelligenza.

Tracciato il forte nella posizione determinata da Vauban, si piantò anzitutto una prima fila di palanche R tutto all' intorno del piede esteriore V del recinto; queste palanche avevano 4 pollici per 6 piedi di lunghezza; e la loro testa attaccata ad una filagna di 8 per 10 pollici di squadratura sfiorava a livello del fortino. A 12 piedi da questa, se ne piantò una seconda in figura di enneagono, e poi una terza paralella alla precedente posata alla distanza che la seconda aveva dalla prima, ma en-

trambe più basse alquanto per corrispondere alla scarpa che doveva avere la paratia di cui tali palanche assicuravano la solidità.

778. Lo spazio che era fra queste tramezze fu poscia scavato alla profondità di due piedi sotto le briglie per stendervi un letto di argilla grosso un piede, ben mescolato e battuto col pilone, come dimostra il profilo della paratía riportato in grande su la Tavola 14; dopo questo letto se ne posarono diversi altri di fascine fissate da picchetti ed allacciate come al solito nelle quali si piantarono degli ordini di pali T, lunghi 6 piedi e grossi 7 pollici, che servono a portare le traverse Z incastrate e incavicchiate colle tre briglie per formare il graticolato X ricoperto di un ultimo letto di fascine munito di pietre, il tutto fermato da grossi picchetti S che insieme col resto contribuivano a rendere questa paratía di una resistenza a tutta prova. Si osserverà che acciò essa fosse di lunga durata si è inchiavato il suo graticolato fra due strati di fascine, perchè così non essendo mai esposto all' aria non va soggetto ad imputridire. Si era proposto dapprima di coprirlo con un tavolato di correnti, come se ne vede una parte in fondo alla Tavola 13, ma questo disegno non ebbe la sua esecuzione. Di più questa sponda fu anche prolungata 24 piedi, con un tessuto di fascine Y, armato di lattole e caricato di pietre e il tutto fermato con tavoloni V; non abbiamo riportato nel profilo, che una parte di questo prolungamento per mancanza di luogo. Riguardo a tutto ciò che appartiene alla costruzione del forte, se ne giudicherà dagli articoli della descrizione di Vauban, che servirà in pari tempo di modello per quelle delle due opere relative a questo capitolo.

Progetto di Vauban per la costruzione del ridotto di Dunkerque.

Terminata la paratía e ammassati i materiali in quantità sufficiente intorno all' opera, gli appaltatori caleranno la fondazione del rivestimento a piccole porzioni di una tesa quadrata o di due alla volta per la profondità di due piedi sotto la sommità delle palanche, cioè alla stessa profondità della paratía ed a misura che giugnerassi a tale profondità, si preparerà il letto della pietra per collocarla appena sarà scoperto lo spazio necessario a contenerle ed in istato di riceverla, il che si continuerà di seguito, ed il di dietro sarà munito con grossi macigni di 15 in 20 pollici di larghezza per altrettanti di lunghezza e di 6 a 10 pollici di spessore, finchè tutta questa fondazione sia terminata ed appianata all' altezza delle palanche, infarcendo pure tutte le commessure con grosso e minuto pietrame di Boulogne, posato in bagno di buona malta fatta con una metà di calce viva spenta recentemente e messa in opera tosto con altrettanta sabbia. Dopo il primo strato di macigni se ne poserà un secondo al pari del precedente che faccia parete contro alle palanche, munendo sempre le commessure come poc' anzi.

779. Tutto il corpo della fondazione, terminate le due prime corsie, sarà composto di buon pietrame di Boulogne a bagno di malta, composta come la precedente, tranne che sarà estinta e mescolata con la sabbia due giorni prima e poscia rimescolata e riposata due giorni di seguito con pochissim' acqua prima che sia messa in opera, il che si osserverà a puntino in tutta la murazione fuori dell' acqua fatta con questa

malta, nella quale il pietrame sarà calcato col martello e con la mano finchè la pietra avendo trovato il suo letto rimanga ferma, e la malta schizzi da ogni parte per le commessure, il che devesi osservare scrupolosamente in tutte le parti di quest' opera.

Tutto il rivestimento rustico della fondazione sarà composto di grossi macigni posti in chiave ed in fascia con malta di cemento composto con metà di calce viva di Boulogne e di terrazzo d'Olanda ben scelto, passato per lo staccio e battuto lungo tempo prima di essere messo in opera. Tutto il rivestimento regolato come il rustico, sarà composto con questa specie di cemento per 18 a 20 pollici di larghezza fino all'altezza del secondo subasamento e il di più della murazione in malta di sabbia e calce di Boulogne fino alla stessa altezza.

780. Il restante della fronte dal secondo subasamento, a salire in alto sarà posato a bagno di malta di calce di Boulogne per la larghezza di 3 piedi, e il di più della grossezza del muro sarà collegato in malta composta per metà di calce bianca di Boulogne e per metà sabbia, e ciò continuerassi per tutta l' altezza del rivestimento.

A tre piedi sopra la fondazione al livello delle palanche si faranno due corsie a risega larghe ciascuna 9 pollici ed alte altrettanto, in pietra di Landretun digrossata ordinariamente su le faccie e picchiata e scalpellata nelle commessure, dopo di che si farà la parete liscia, a corsie regolari di questa pietra da taglio lavorata a punta grossa nelle faccie secondo l'inclinazione del rivestimento, ben dirozzata e picchiata molto accuratamente e scalpellata nelle commessure che si avrà l'avvertenza di tenere un poco vuote e incavate onde renderle più sottili che sarà possibile, ed acciò la pietra possa meglio prendere la malta.

Il rivestimento sarà di pietra da taglio posata in corsie ordinate e continuate di 8 a 15 pollici di spessore per 14 a 18 di rientranza, con leghe lunghe 3 piedi e distanti ogni 5 piedi, il tutto posato a bagno di malta di cemento, e il di più con un bagno composto di malta comune osservando d'impiegar sempre per le prime le corsie più grosse e di salvare le minori per le ultime.

All'altezza di 10 piedi sopra l' ultima risega si poserà il primo subasamento della stessa qualità del rivestimento che faccia uno sguancio di 4 pollici per ognuno della risega, in seguito continuerassi il rivestimento in pietre da taglio come poc'anzi, fino all' altezza di 9 piedi e due pollici sopra il primo subasamento, ove la murazione essendo appianata a livello se ne poserà una seconda grossa 10 pollici e simile alla prima, e poscia una corsia di pietre al di sopra, dopo di che si farà la parete liscia di mattoni scelti fino all'altezza di 18 piedi sopra l'ultimo subasamento, la quale altezza sarà terminata dal cordone che sarà accompagnato da due corsie di pietre di taglio, ciascuna di 8 in 9 pollici di spessore, cioè una al di sopra, l'altra al di sotto del cordone.

781. Tutta la parte posteriore del rivestimento in pietra da taglio, cominciando dalla risega fino sopra il secondo subasamento, sarà guernita di mattoni a fascie ridotte da quattro a due e il di più del corpo di murazione sarà composto di pietrame di Boulogne misto ad un terzo di quello di Sant'Omer, dall'ultimo subasamento in alto, e il tutto propriamente posato a mano con malta come poc'anzi.

Ogni quattro piedi, cominciando dall' ultima risega, si farà una

fascia di cinque mattoni ben collegati, che attraversi tutta la grossezza del muro e dei contrafforti, e così si continuerà fino all'altezza del cordone, ove tutta la muratura sarà appianata a livello, ed il parapetto poscia elevato a piombo, formerà parete davanti e di dietro all'altezza di 4 piedi e mezzo pel davanti e di 6 pel di dietro e della grossezza di 8.

782. Questo parapetto sarà di mattoni ben cotti e scelti posati a bagno di malta fatto con metà di calce di Bologna ed altrettanta sabbia. La sommità sarà terminata con una corsia di mattoni posati in coltello a picciole commessure ben cementate al pari dei fondi delle cannoniere; esso avrà un piede e mezzo di pendio verso l'esterno con una cimasa di pietre da taglio sul davanti, grossa 8 pollici, con tre di sporto e 15 a 18 di rientranza.

Questo parapetto sarà pieno di cannoniere distanti 16 piedi dal mezzo dell'una a quello dell'altra, misurate internamente per l'altezza di 2 piedi e 9 pollici sopra la piattaforma, pendenti un piede e mezzo sul davanti dalla parte stretta della cannoniera fino al di fuori, le loro aperture avranno 5 piedi circa pel davanti, 2 nel più stretto e 2 piedi ed 8 pollici d'apertura sulla parte posteriore: i fianchi saranno innalzati a piombo con pareti di mattoni alternati di testa e di fianco, osservando primieramente di fare delle battute profonde 4 pollici nei piedritti delle cannoniere, e di attaccarvi dei cancani da una parte e dall'altra per appendervi dei portelli a prova di moschetto.

783. Il rivestimento avrà 18 piedi di spessore nella fondazione; 16 e mezzo su l'ultima risega, 14 piedi ed un pollice sul primo subasamento, 11 piedi ed 8 pollici al di sopra della seconda ed 8 piedi al cordone.

Riguardo alle altezze si regoleranno come segue: dalla fondazione fino all'altezza delle palanche o della prima risega 2 piedi, dalla prima all'ultima uno e mezzo, dall'ultima risega fino alla sommità del primo subasamento 10 piedi, dalla sommità del primo subasamento fino alla sommità del secondo 10 piedi, dal secondo al cordone 18 piedi, e dalla sommità del cordone all'esterno del parapetto 4 piedi e mezzo: il che fa in tutto 46 piedi dalla fondazione fino alla sommità esterna del parapetto. Dall'ultima risega fino al cordone, tutta la muratura avrà di scarpa un piede ogni 5 non comprese le riseghe dei subasamenti.

784. La parte interna sarà fatto a corsie di grosso pietrame di Boulogne posato ad opera incerta assoggettato agli allineamenti ed innalzati a piombo dalla base fino all'alto. I contrafforti saranno elevati in pari tempo del rivestimento a cui saranno ben collegati e fondati un piede al di sotto del livello delle palanche, essi avranno 12 piedi di lunghezza, 8 di spessore alla radice, 5 alla coda e saranno distanti 13 piedi da un mezzo all'altro; essa terminerassi a tre piedi di sotto il livello del cordone.

La murazione dei contrafforti sarà di pietrame messo a mano e posato a bagno di malta composta di calce bianca di Boulogne per il doppio di sabbia ben mescolata e impastata alcuni giorni prima di metterla in opera. La loro fronte sarà innalzata a piombo da tutte le parti ed a corsie ordinate, e sarà ben riparato nelle commessure con corsie di catene di mattoni.

785. Su ciascun angolo si farà una garretta di forma rotonda e del diametro di piedi 4 e mezzo in opera, sopra una base di pietra da taglio

che avrà origine a tre piedi sotto il cordone: il corpo della garretta si farà di mattoni lisciati e ben scelti, con le necessarie feritoje e vi sarà al di sotto un gocciolatojo, ed una cornice, al di sopra della quale s'innalzerà il tetto a cupola coperta di piombo con sovrapposta una piccola lanterna coperta del pari, e il tutto sormontato da un giglio.

A due piedi sopra la prima sotto base si farà la porta vôlta direttamente dalla parte della cittadella larga 4 piedi e mezzo co'suoi piedritti e battute di pietre da taglio nelle quali saranno confitti i cardini e le bandelle di tal porta che si chiuderà a due imposte. Sul mezzo del passaggio si faranno altri pilastri e battute per una seconda porta, simile alla precedente e sul di dietro un incassamento e gargame nel muro che deve sostenere il terrapieno per passarvi una picciola saracinesca coperta con un tornio per innalzarla, il quale sarà rinchiuso in una cameretta fatta appositamente. Inoltre si faranno dei fori ne' gargami anteriori per collocarvi delle carrucole e de' tornj entro il passaggio che serviranno per innalzare una tavola di legno, la cui estremità andrà a poggiare sopra uno spianato di legno che innalzerassi al paro della porta per discendere e salire dalla paratía al forte e viceversa. Per riguardo a questa tavola si avrà cura d'internare il telajo della porta che sarà di pari larghezza per 3 o 4 pollici in alto, affinchè vi si possa allogare, e di praticarvi sopra un bozzo di pietre di taglio per scolpirvi gli stemmi reali, il che farassi pure su gli altri due angoli della piazza. Allato del passaggio si faranno delle ritirate da una parte e dall'altra di un piede e mezzo di profondità per ripararvi i soldati che assisteranno al chiudimento.

Inoltre il passaggio sarà ben pavimentato e voltato per di sopra con le rampe e le scale di pietre da taglio necessarie a poter salire comodamente nella corte del castello.

786. Si avrà pur cura di praticare i condotti e le doccie necessarie, e di farle innalzando la murazione e disporre opportunamente il declivio delle acque nell'interno per non averne incomodo. L'apertura di queste fogne al di fuori sarà di 7 ad 8 pollici in quadratura, e si faranno passare sotto ai cessi terminandone lo sbocco con un canale in pietra da taglio che trasporterà le acque 4 piedi lungi dal muro, le loro bocche non saranno elevate che all'altezza delle maree comuni, acciò il mare vi possa entrare e nettare le immondizie che vi si troveranno.

787. Prima di terrapienare il rivestimento si faranno i fondamenti di tutti i fabbricati ond'evitare per quanto sarà possibile di rimovere due volte la sabbia. Il grosso muro che deve sostenere il terrapieno avrà 8 piedi di spessore nel fondamento, 7 all'origine della vôlta, 6 al di sopra di questa vôlta, 5 sopra il primo piano e 4 e mezzo al secondo; la murazione sarà di pietrame di Sant'Omer posato in malta comune, attraversato da catene di mattoni come quella del grosso rivestimento; la fronte interna sarà innalzata a piombo e fatta interamente di mattone scelto e messo in opera acconciamente con tre corsie di quadrelli doppj di Boulogne collocati a dovere, lasciando le morse ed addentellati che occorrono al collegamento delle vôlte e dei muri intermedj che dovranno appoggiarvisi contro. Quella parte del muro che sopravanzerà il terrapieno sarà alzata anch'essa a piombo, colla fronte in mattoni e con tre spianate di quadroni doppj di Boulogne posati a livello del terrapieno per impedire che i canali logorino i

mattoni col getto delle piovane; per questa ragione bisognerà pavimentare il circuito degli edificj per una mezza tesa di larghezza sul terrapieno. Lo spessore dei muri di fondamento dei fabbricati sarà di 3 piedi nei muri esterni e di 2 piedi pei muri intermedj; in quanto alla loro qualità essa sarà la stessa di quella del corpo del rivestimento.

Si fonderanno due cisterne ed un pozzo che sarà innalzato contemporaneamente ai rivestimenti. Inoltre, terminati tutti questi rivestimenti, l'appaltatore sarà obbligato a rifare dovunque le commessure che saranno state degradate dall'impeto delle onde e dai geli e di suggellare acconciamente ciascuna con le malte convenienti dopo aver levato con un uncino tutto ciò che vi sarà di guasto, che se per meglio assicurarsi in seguito si credesse necessario calafattarle di borra con picciole biette di legno per poi suggellarle, sarà del pari obbligato a farlo.

788. Prima di lavorare alle terre l'appaltatore sarà obbligato a fare la murazione ordinaria di tutti i fondamenti degli edificj che gli saranno indicati, come si è già detto. Tutte le sabbie provenienti dallo scavo dei fondamenti, tanto della scarpa come del rivestimento saranno trasportate nel centro della piazza, il cui livello sarà innalzato 17 piedi sopra l'ultima risega del grosso rivestimento, e poscia pavimentata bene dopo che le sabbie avranno preso il loro sedimento. E siccome le sabbie che saranno provenienti dallo scavo dei fondamenti e della scarpa non basteranno a fornire la quantità che sarà necessaria a riempiere il di dentro della piazza e formare il suo terrapieno, gli appaltatori faranno prendere altrove quella che occorrerà; e sarà scelta la più grassa ed umida che si potrà trovare, osservando specialmente di non approfondir nulla nei dintorni della scarpa più basso della sua estremità per tema degli accidenti che ne potrebbero succedere.

789. Riguardo al terrapieno che deve essere compreso fra i due rivestimenti, si avrà cura di metter delle fascine fra i contrafforti ogni piede, con legnami lunghi 12 a 13 piedi e di 6 in 7 anni, i quali saranno posati in tronchi interi coll'estremità grossa verso i muri sopra strati eguali e di coprir poscia queste fascine con un piede di sabbia ben battuta, su cui si poserà dopo un altro letto di fascine che sarà del pari ricoperto di sabbia come poc'anzi, il che si osserverà nei due rivestimenti dalla base fino all'altezza del cordone. Dopo aver ben disposte e livellate le sabbie, si coprirà il tutto con un doppio letto di zolle con molt'erba e più grosse che si potranno trovare, in seguito a che si farà una piattaforma di legname tutto all'intorno del forte pei cannoni, larga tre tese con tavoloni grossi 2 pollici e mezzo, posti ed inchiodati sovra dormienti della sezione di 7 ad 8 pollici in quadro distanti 2 piedi l'uno dall'altro, con un battente che si colloca lungo il parapetto per impedire lo scorrimento dei pezzi, osservando di dare 3 o 4 pollici di scarpa allo spianato dal di dietro al davanti, e d'incatramarla bene e spargerla di limatura di ferro acciò non si guasti; la larghezza del terrapieno sarà di 6 tese, computando dal parapetto al di dietro dei fabbricati e l'altezza eguale a quella del cordone.

790. Allato all'ingresso del forte opposto al corpo di guardia si farà una scala di murazione di mattoni coi gradini di pietre da taglio a doppia rampa, di 4 piedi e mezzo di larghezza per ciascheduna, per salire dalla piazza d'armi sul ramparo; se ne faranno pure altre due di pari grandezza

su gli angoli della piazza, osservando di dare un piede di pedata a ciascun gradino per 6 pollici di alzata con pianerottoli nelle rivolte, come è indicato nella pianta.

Sull'alto del ramparo, dalla parte della cittadella, si lascierà nel parapetto un' apertura larga 10 piedi, che non si chiuderà che con un cancello per farvi passare i cannoni e gli altri grossi carichi che s' innalzeranno sul forte con una grua espressamente fatta. Si farà questa breccia più vicina alla scala che sarà possibile per calare più agevolmente nel forte quanto occorrerà.

791. Tutti gli edificj ordinati tanto per alloggio del comandante, dei cannonieri e della guarnigione che pei sotterranei magazzini, cappella, torre pel fanale, cisterne, pozzi e pavimenti saranno fatte a spese dell' appaltatore secondo le piante ed i profili particolari che ne saranno furmati e pagati secondo i prezzi che si converranno, perchè succederà di spesso al principio di quest' opera che il mare nelle burrasche romperà alcune parti della murazione e le disordinerà. Quando questi accidenti arriveranno e non sarà per difetto degli appaltatori, si misurerà ciò che sarà spostato e se questo danno ammonterà a più di due tese cubiche, si computerà ad essi il di più come di opera terminata, ben inteso che sarà fatta deduzione sul prezzo del valore dei materiali che rimarranno sul luogo e che potranno essere impiegati una seconda volta.

792. Non avendo Vauban fatta menzione in questo progetto delle precauzioni per guarentire l' opera dalle avarie che il mar grosso può cagionare nel corso della costruzione, ove sovente accade ch' esso distrugge in un'ora più lavoro che non si fa per molti giorni, credo bene di dover aggiugnere che per fondare a bassa marea senza ture, non si può prescindere dal coprire il pezzo che si vuol costruire con una fila di pali conficcati a due piedi d'intervallo al più onde ricevere e rompere i colpi delle onde principalmente dalla parte dell' alto mare, ove basterà forse il difendersi, ma bisogna piantare questi pali in uno strato di fascine ben picchettato ed intrecciato e di profondarli quanto occorrerà, onde si conservino contro le tormente del mare, altrimenti le avrebbe ben presto sradicate; perciò non possono essere situate meglio che al piede della scarpa da cui poscia si strapperanno, quando non si voglia lasciarvele stabilmente per servirsene a qualche altro uso. È vero che questo preservativo produrrà una spesa che forse non sarà mediocre, ma non può essere utile di più. Bisogna anche aver molta cura di appianar l' opera ogni qualvolta che si abbandonerà per non lasciar nessuna sporgenza che dia presa al mare e coprire la murazione con pelli di bue caricate di grosse pietre; in certi casi si farà uso di ingraticolati disposti a scarpa dalla parte del mare e si fermeranno alla meglio.

Sezione II.

Descrizione del forte di rovescio e del forte Bianco costrutti anticamente per la difesa del porto di Dunkerque.

793. La spianata della cittadella essendo la parte dei dintorni di Dunkerque, che meritava maggior attenzione per la sua vicinanza al canale che

anticamente corrispondeva alla fossa di Mardick di cui potevano prevalersi i nemici, e non bastando il fuoco della faccia del ridotto che guardava a quella parte, per imporre in sì grande distanza, il re ordinò nel 1689 che si facesse un nuovo forte fra il precedente e la cittadella. Siccome il punto essenziale si era di dare ad esso una forma che lo rendesse capace di adempiere a più di uno scopo ad un tempo, Vauban trovò che la forma più conveniente da dargli era a coda di rondine, onde le sue braccia dessero luogo a due batterie di 8 pezzi ciascuna, la prima per prendere di rovescio la spianata precedente e nettare la spiaggia, la seconda destinata a conseguire lo stesso scopo sul fianco che guardava Nieuport, non si riservò la tenaglia ch'esso aveva in faccia che per un fuoco di moschetteria per difesa della diga all'ovest, perocchè se si fosse disposto il suo parapetto per ricevere i cannoni avrebbe potuto divenire contrario al ridotto ed al castello di Buona Speranza. Si giudicherà della vera posizione di questo pezzo rapporto al molo adjacente ed al castel Gagliardo, considerando la figura 3, Tavola 15, ov'è meglio orientato che su la pianta generale.

794. In quanto alla figura 2 vedrassi che rappresenta così chiaramente questo forte che sarebbe perdere il tempo a descriverlo, poichè la sola ispezione basta a giudicarne coll'aiuto del profilo che l'accompagna, ove si vede che il fabbricato aveva degli alloggi sotterranei con vôlte a prova di bomba, distribuiti come quelli del pianterreno, come se ne giudicherà or ora parlando del forte Bianco. D'altronde si è già detto che nel costruire questo pezzo per la mano d'opera si era seguìto quanto si è insegnato nella perizia precedente, perciò non mi vi arresto per timore di annoiare con dettagli troppo ripetuti. Aggiugnerò soltanto che si sono confitte due file di palanche tutto all'intorno della fondazione, l'una al piede, come nell'articolo 777, la seconda a 6 o 7 piedi dalla prima, e che dopo aver fatta una scarpa composta di fascine picchettate e intrecciate, ricoperta da un graticolato, i cui compartimenti furono riempiti di pietre ben serrate e posate in coltello come al solito, si è piantata intorno all'orlo delle parti più sporgenti di questa scarpa una terza fila di palanche per meglio guarentire il tutto dalla corrente delle maree, il che, a parer mio, è un metodo buonissimo.

795. Riguardo alla figura 4, rappresenta un gavitello fatto con doghe cerchiate di ferro, formante una specie di botte conica rovesciata, vuota e ben unita avente per asse una pertica che serve a portare una banderuola che indica ai naviganti i bassi fondi o gli scogli da cui si debbono guardare approdando ad un porto, perocchè questi segnali che galleggiano sull'acqua corrispondono ad una fune o catena di ferro attaccata ad una grossa pietra che li tiene a sito. D'altronde questa figura che non ha nessun rapporto con questo soggetto non vi si è posta che per occupare lo spazio libero di questa tavola.

796. Gli sforzi fatti dai nemici della Francia nel 1694 e 1695, per ruinare il porto di Dunkerque, articoli 46 e 47, essendo resi nulli dalla bella difesa dei forti Verde e di Buona Speranza sostenuti dall'artiglieria del ridotto, fecero conoscere che le forze marittime non si limiterebbero a ciò, ma che non risparmierebbero nulla in seguito per giognere al loro fine e che per conseguenza bisognava rendere l'accesso a questo porto più formidabile che mai, specialmente la parte della spiaggia che è all'est ed

era la più esposta, mentre quella all' ovest era divenuta inaccessibile ai forti di cui si è parlato. Quindi per equilibrare la difesa, il re ordinò nel 1701 la costruzione del forte Bianco che fu pure denominato il picciolo ridotto situato all' est a 100 tese al di qua della linea della bassa marea, a 150 tese della piazza, e presso a poco alla stessa distanza dal forte Verde. Infatti la guerra che allora fu dichiarata per la successione di Spagna rese Dunkerque più importante che mai agl' interessi della Francia, e perciò Luigi il Grande nulla risparmiò per terminare di mettere questa nello stato il più rispettabile, come si è spiegato nel capitolo secondo del volume precedente, articoli 55 e segnenti.

Taccio delle precauzioni prese per guarentire il piede di questo nuovo forte dai danni che il mare poteva recargli, poichè si è seguito affatto ciò che è stato praticato nel fondare il ridotto, onde mi limiterò ad una semplice descrizione di questo forte. La sua pianta dimostra che si era dato ad esso presso a poco la forma di quello di Buona Speranza, onde potesse presentare sopra una stessa fronte dalla parte della rada una batteria di 12 a 13 pezzi di grossi cannoni senza parlare di altri 6 che si potrebbero collocare alla sua gola per difenderne l'accesso e prendere di rovescio su la fronte di Nieuport lungo la spiaggia.

797. Il subasamento di questo forte essendo stato innalzato a 3 piedi sopra le più alte maree, si praticò a 15 piedi sopra della risega la porta d'ingresso A, tav. 16, fig. 2, 3 e 4, nel fianco sinistro della gola, perocchè guardando la città era meno scoperto dell'altro. A quest'altezza, a misura che s'inoalzava il rivestimento, si fondarono in pari tempo su l'interramento che si era fatto dei sotterranei a prova di bomba, consistenti nel passaggio AB della porta per congiugnere la scala BCD per cui si montava su lo spianato, in un grande corpo di guardia E, un magazzino F per le munizioni da guerra e da bocca, un magazzino da polvere, una casamatta H corrispondente ad una cannoniera I per collocarvi un pezzo di cannone, ed una cisterna il cui ingresso era nel canto Y del terrapieno. Questi sotterranei erano illuminati da quattro finestre K che servivano a vigilare dalla quale la spiaggia si comunicava con la città in tempo di marea bassa, perocchè quand' era alta non vi si poteva approdare con battelli che si sarebbero infranti arrivando presso il forte.

Al di sopra era l' ordinario alloggio del posto, avente un picciolo magazzino L, una camera M pei cannonieri, un' altra N per gli ufficiali, un corpo di guardia O pei soldati ov' era una stufa, finalmente le latrine P praticate sopra una delle fogne. Ai due lati di questo edificio era uno spianato Q alquanto superiore a quello del forte, corrispondente alle cannoniere V e T che difendevano la gola, indipendentemente da tre altre X, che si tenevano coperte per non servirsene se non nel caso di un attacco alla fronte della piazza dalla parte di Nieuport. Inoltre, dietro il fabbricato, vi era una strada per le ronde, o belvedere S a cui si saliva per le rampe R. Riguardo allo spianato Z esso era composto di un sufficiente numero di travi lunghi 18 piedi per 6 ed 8 pollici di grossezza, che servivano a ricevere una fodera di 3 pollici, attaccata con chiodi di 7 ad 8 pollici: ciascuna cannoniera era munita di un battente di 10 in 12 pollici di squadratura. In quanto alla figura 1 di questa Tavola, come pur quella che è indicata da Z, si richiamerà ch' esse sono state spiegate parlando delle dighe di

Dunkerque, articolo 738, che per conseguenza non hanno nulla di comune con ciò che ora si tratta.

798. Verso l' anno 1710, dopo 25 anni circa che erano costrutti i forti di legname, che erano alla testa delle dighe, erano divenuti soggetti a sì frequenti riparazioni e dispendiose che il re avea formato il disegno di farli rinnovare in murazione, il che sarebbe avvenuto subito dopo la pace, se la demolizione del porto non ne fosse divenuta la funesta conseguenza. Siccome il progetto che fu fatto per quello di Buona Speranza, ci offre un nuovo esempio di quanto si può eseguire di meglio in simil caso, l'ho riportato su la Tavola 17, di cui ecco la spiegazione.

Le figure relative a questo progetto avendo qui la stessa scala, fu duopo per comprenderle in una Tavola sola, riportare una parte soltanto della pianta corrispondente agli edificj che sono alla gola; nondimeno si giudicherà facilmente di tutto considerando quello del forte Bianco, a cui doveva esser simile ma molto più grande, perocchè avrebbe avuta sopra la sua base 50 tese di fronte dall' est all' ovest e 20 di larghezza presa perpendicolarmente sul mezzo della cortina dalla sua gola, mentre quello di Buona Speranza non aveva che 28 tese nel primo senso e 12 nel secondo.

799. Risulta dal prodotto di queste grandezze prese da una parte e dall' altra, che il nuovo forte avrebbe avuto una capacità tripla di quella dell' antico e per conseguenza assai più vantaggiosa per la difesa, perocchè bisogna confessare che i forti di legname sono esposti ad accidenti terribili nel caso di un bombardamento, per l' inconveniente di non poter mettere le polveri a coperto, specialmente quando non sono a portata di essere prontamente soccorsi; senza parlare della loro poca durata, nè degl' incendj a cui sono esposti. Perciò il sovrano non può che guadagnare facendoli da principio di murazione, poichè se si ha riguardo alla manutenzione di quelli di legname per 20 anni soltanto, si vedrà che la spesa è presso a poco eguale, della qual cosa si fu convinti ultimamente per tutte le opere che si fanno nei porti di mare, ove d' altronde i legnami non hanno prezzo, avendo aumentato in ogni luogo di più in proporzione che ogni altro materiale. Quindi non ne ho fatto menzione alla fine del capitolo terzo, se non pel rapporto che avevano con le dighe di Dunkerque, e per mettere i giovani ingegneri in istato di ragionare su ciò che poteva estendere le loro cognizioni, incontrandosi sempre qualche cosa da mettere a profitto all' occasione.

800. Siccome il forte progettato doveva occupare il posto dell' antico che si era perfettamente consolidato rapporto alle sabbie che il mare avea deposto nei vuoti che si erano trovati tra il fascinamento e le pietre del graticolato che s' era steso su tutta la base, si è creduto con ragione che si potesse con tutta sicurezza stabilire questo pezzo sopra un fondo così buono, benchè non sembri affatto tale al basso delle figure 1 e 2, ove non si vede che un semplice fascinamento per difetto del disegnatore che non ha reso bene la natura di questo fondo, ma senza avervi riguardo, basta dire che se questo forte avesse avuto effetto, si sarebbe cominciato dal rinchiudere la sua base in una incassatura di palanche battute all' intorno della fondazione, munita d' altronde di una buona sponda. Del resto, senza entrare nel dettaglio di ciò che si è seguito per la sua costruzione, basta considerare i profili per vedere che il fabbricato doveva avere al di sotto

un grande sotterraneo a prova di bomba ed al coperto delle più grandi maree, sopra le quali si sarebbe elevato; d' altronde deve corrispondere da una parte ad un magazzino da polvere praticato dietro uno dei fianchi, mentre la cisterna sarebbe appoggiata contro l' altro.

In quanto alla distribuzione degli alloggi se ne sentirà lo scopo richiamando ciò che abbiamo detto parlando dei due forti precedenti, perciò non mi vi trattengo punto, lasciando anche quant'altro è facile da immaginare.

S' incontrano talvolta sul margine della sponda ed anche nella rada di un porto dei luoghi maravigliosi per costruirvi dei forti e delle batterie sopra scogli od isolette, e ne abbiamo gran numero di esempi su le coste di Francia ed altrove; allora è molto utile l' approfittarne per ischivare le grandi spese che producono sempre le opere fondate nel mare. Siccome non vi è altra regola da seguire in simil caso che quella che si può cavare dal proprio criterio per disporre le cose secondo le vedute di una difesa relativa alla situazione dei luoghi ed alle considerazioni da me fatte nel capitolo quarto, articolo 707, vi rimando, non avendo avuto in vista in questo se non ciò che appartiene a Dunkerque onde adempiere i miei impegni, riguardo a questa piazza.

Sezione III.

Descrizione della torre di Cordouan.

801. Dopo i fari superbi edificati dagli antichi non ne fu alcuno più augusto e magnifico della famosa torre di Cordouan, situata sopra uno scoglio formante un' isola nel mare all' imboccatura della Garonna, per facilitare l' ingresso e l' uscita dei vascelli nei due fiumi Garonna e Dordona. Senza questa torre la maggior parte dei vascelli farebbe naufragio; essa serve di segnale durante il giorno e di fanale nella notte, per guidare i bastimenti e impedire che dieno contro i banchi di scogli che vi sono in quantità. In questa imboccatura non vi sono che due passi, l' uno detto *des Anes* fra la Saintonge e la torre di Cordouan, e l' altro fra la stessa torre e Medoc, chiamato il passo *de Grane*, entrambi pericolosi del pari; perocchè quando i vascelli vi sono sorpresi in una burrasca di vento d' ovest, non possono evitar di perire su la costa qualunque manovra possano fare per sottrarsi. Questa torre è a 45 gradi e 55 minuti di latitudine ed a 16 gradi e 53 minuti di longitudine, a due leghe da Bordeaux sopra uno scoglio che avrà nella bassa marea 500 tese di lunghezza dal sud al nord e 250 di larghezza dall' est all' ovest. Tutti i suoi dintorni sono pieni di scogli ricoperti con 3 o 4 piedi d' acqua, contro i quali le onde trovando della resistenza s' innalzano alte assai e si urtano con spaventevole fragore, il che rende difficilissimo l' accesso a questa torre. Soltanto le scialuppe di tre tonnellate possono giugnervi per un luogo solo largo 60 tese circa e lontano 100 tese dalla torre, ove si trova una sabbia su cui s' incagliano nel tempo della bassa marea cui bisogna scegliere, e tutto il restante non è che scogli ove nessuno oserebbe di approdare.

802. Questa torre magnifica alta 169 piedi al di sopra de' suoi fondamenti, è stata edificata sotto il regno d'Enrico II, da Luigi di Foix, celebre architetto francese che la cominciò nel 1584 e la terminò sotto En-

rico IV nel 1610. I naviganti stimano questo faro il più bello d'Europa, non conoscendone di più magnifica e di sì ardita esecuzione. È soltanto da increscere che un monumento così bello sia situato nel luogo più cattivo del mondo, che non meriterebbe certamente la spesa che vi si è fatta; ma così fanno coloro che sono semplici architetti, mettono senza distinzione ornamenti dappertutto senza molto curarsi di conseguire lo scopo principale.

Vedesi dalla pianta dello spianato di questa torre ch'essa è rinchiusa in un recinto circolare contro cui sono appoggiati alcuni edificj per uso dei quattro guardiani che si mantengono perpetuamente per accendere il fuoco della lanterna; essi hanno viveri per sei mesi ed acqua in abbondanza proveniente da quella che cade su la torre e che si raccoglie in una bella cisterna.

Nel mezzo di questo spianato è il pianterreno della torre composto di una camera grande, di due latrine e piccioli locali, il tutto a vôlta; al di sotto sono i sotterranei e la cisterna. Il primo piano che dicesi l'apartamento reale, comprende un vestibolo, una gran sala con due latrine ed altre comodità. Il secondo piano è occupato dalla cappella, ove un prete di Royan va a dir messa, quando il tempo lo permette. Vi si vede il busto di Luigi XIV e quello di Luigi XV posti nel 1735 con una grande iscrizione latina contenente un sunto della storia concernente questa torre, e vi si vede pure il busto di Luigi di Foix. Non parlo della cupola, nè della lanterna che sono al di sopra, nè della bella architettura che ne forma la decorazione interna ed esterna, essendo facile giudicarne dall'ispezione del profilo e dell'alzato: aggiugnerò soltanto che le armi di Francia sono sul frontone del primo piano accompagnate da due figure di pietra, una delle quali rappresenta Marte co' suoi ordinarj attributi, e l'altra una donna che tiene in mano una palma e dall'altra una corona. Più sotto vi sono due nicchie, quella a destra contiene il busto d'Enrico II, e quella a sinistra d'Enrico IV; in quanto al portico esso è ad est-sud-est, in faccia alla porta d'ingresso, all'ovest è la scala della torre praticata in parte nello spessore del muro ed il restante al di fuori.

803. Era più d'un secolo che questa torre eccitava l'ammirazione di tutti i conoscitori, quando a lungo andare il fuoco avendo calcinato i muri contornanti la lanterna, la Corte ordinò nel 1717 che per prevenirne la caduta si demolisse e si ristabilisse il focolare al di sotto, mentre sembra che si avrebbe potuto ripararlo, sottomurando la parte che era stata danneggiata; non si tardò a pentirsi di non aver fatto così, mentre soppressa la lanterna, tutta la marina lamentossi di non scoprire più il faro alla distanza di due leghe nel mare come prima.

Erano le cose in questo stato quando nel 1720 la torre di Cordouan che era dell'intendenza della Rochelle, passò a quella di Bordeaux; allora il conte di Tolosa ammiraglio di Francia, ed il maresciallo d'Asfeld, direttore delle fortificazioni, diedero la direzione di questa torre a Bitrì ingegnere in capo di Bordeaux, che applicossi a ricercare i mezzi di ristabilire l'antica altezza, con una lanterna che non fosse soggetta agli stessi inconvenienti della precedente, uno dei più essenziali de' quali era di avere spalle così larghe che adombravano gran parte della luce del fuoco. Bitrì pensò che il miglior partito per ristabilire il fanale era quello

d'innalzarvi una lanterna di ferro fatta a cupola; il che fu eseguito nel 1727 con tutto il successo che se ne era sperato, come si può giudicare dalla figura 4, che contiene il profilo di questa lanterna appoggiata alla sommità AB della cupola, disposta come indica la figura 6, e che è una base composta di 9 pietre grosse, legate con malta di cemento e ramponi di ferro impiombati.

804. Essa è portata da 4 piloni di ferro M di 3 pollici e mezzo pel di sotto, ridotti a 2 e mezzo all'alto, alti 15 piedi, formanti insieme una gabbia del diametro di 8 piedi e mezzo; questi piloni sono trattenuti alla sommità con un cerchio di ferro D F espresso dalla figura 1: essi sono inchiavati e murati a piombo al di sotto per la profondità di 6 pollici nella pietra e puntellati dai legami N appoggiati ai tiranti OP che s'incontrano in croce all'altezza della cornice della cupola e del pianterreno della sua galleria; lo spianato è circondato da una balaustrata, ed il tutto coperto da una picciola cupola, la cui base è a figura di cono rovescio D E F, coperta da banda stagnata, colla punta E che s'innalza 9 piedi sopra il focolare, acciò la luce del fuoco riflettendo su la superficie di questo cono aumenti di forza e si scorga più da lungi, come in fatti succede.

Su questa lanterna ve n'è un'altra più picciola G I K H, di 5 piedi d'altezza e 3 e mezzo di diametro avente per base la figura 3; al di sopra vi è un globo L di 3 piedi e 3 pollici, il cui asse serve di ago alla banderuola. Il di sopra della cupola della lanterna, come anche i cerchi di ferro che formano lo scheletro del globo, sono coperti di piombo colorito da tre strati di biacca; affinchè tutto si scopra più distintamente; in quanto al focolare esso è composto di una braciera contenente 225 libbre di carbone fossile, che si accende ogni giorno al tramonto del sole ed il fuoco dura tutta la notte. L'antica braciera era troppo picciola, non vi si bruciava che legna di quercia, che in vero lanciava una gran fiamma, ma non durava che tre ore. L'altezza attuale di questa lanterna sopra la sua base è circa 24 piedi più che non era l'antica, di modo che il faro ha presentemente 175 piedi di altezza dalla base alla punta della banderuola.

805. Siccome non è sempre la maestà di un edificio quella che ne aumenta le proprietà, in quasi tutti i luoghi ove necessitava un fanale si è appagati di alzare una torre portante una lanterna per illuminare da lontano; tale è, per esempio, la torre delle Balene nell'isola di Rez, di cui riportiamo i dettagli, Tavola 14, figura 1, 2, 5 e 6, che bastano per giudicarne. Si farà soltanto attenzione che la lanterna di questo fanale ha lo stesso difetto che aveva l'antica della torre di Cordouan, voglio dire delle spalle troppo larghe che assorbono più della metà della luce, ma sembra che si approfitterà dell'esempio precedente come l'unico da seguire, attendendo che si trovi di meglio, mentre chi sa che in seguito non si scopra qualche fosforo tanto luminoso da far le veci del fuoco che s'incendia e che farà forse un migliore effetto. La fisica ci ha offerto in questi ultimi tempi un numero così grande di oggetti nuovi, che si ha luogo a credere che l'avvenire ne darà di più interessanti. Aggiugnerò nel terminare questo capitolo che le 4 prime figure della Tavola 9, comprendono anche gli sviluppi di un altro fanale progettato altrevolte per essere costrutto su la punta o capo Barfleur presso le Hogue in Normandia. Si osser-

verà che la sua lanterna, la cui gabbia è di legname con invetriate, non ha spalle che tolgano la luce prodotta da un gran numero di lampade e per conseguenza preferibile all'ultima. Non è solo per facilitare l'accesso ad un porto che si costruiscono i fari. Se l'ingresso di una rada avesse la forma di un canale sarebbe allora indispensabile di elevarvi al pari della sua uscita delle torri di allineamento per indicare la strada che si deve tenere e di farvi dei fuochi nella notte acciò le navi scoprendole da lungi possano governare ed approdare a questa rada in sicurezza. Simili fari sono anche utilissimi su le isole o promontorj avanzati nel mare e nelle crociere pericolose, affinchè un vascello in via si possa riconoscere; con ciò si preserverebbero dalla trista sorte di quelli che vanno ad infrangersi contro gli scogli, come avviene nella Manica e lungo la costa di Brettagna.

CAPO NONO

COMPRENDENTE UNA DETTAGLIATA DESCRIZIONE DELLE MACCHINE PER CURARE I PORTI DI MARE E PRINCIPALMENTE DI QUELLA IMPIEGATA A TOLONE.

806. Avendo in varj luoghi di quest' opera menzionate le macchine per curare i porti di mare, convien darle a conoscere prima di passare ai capitoli seguenti di cui faciliteranno l' intelligenza. Siccome ho scelto Dunkerque per esempio dei lavori che si fanno nei porti dell' Oceano, così ricorreremo a Tolone per quelli che riguardano al Mediterraneo, cominciando dalla macchina di cui si fa uso per curare nel mare; si troverà essa sviluppata così chiaramente su le Tavole 20.21, 22 e 23, che col sussidio della spiegazione che ne faremo, non solo si giudicherà del suo effetto, ma si potrà anche costruire senz' altro soccorso, tranne quello del progetto che qui si offre.

807. Questa macchina consiste 1.° in un puntone lungo 53 piedi da prora a poppa per 18 piedi di larghezza nel mezzo e 4 e mezzo di concavità; 2.° in due ruote, la prima del diametro di piedi 22 e mezzo e la seconda di 12 soltanto; 3.° in due cucchiaje A, B che scavano il fondo e si riempiono alternativamente di fango o di sabbia coll' ajuto delle ruote precedenti che i marinaj fanno girare ora in un senso ora nell' altro, come or ora vedrassi.

All' asse della grande ruota sono attaccate due catene di ferro C E ed F, passanti su le ruote delle grue C, F, di là vanno a terminare delle cucchiaje che fanno manovrare, osservando che la catena C E passi sotto l'asse e l'altra F G passi per di sopra, affinchè quando una si svolge l' altra si accorci e così alternino secondo la parte verso cui gira la grande ruota per obbligare una delle cucchiaje a salire, mentre l' altra discende. Al che pure contribuisce la picciola ruota, mediante due libani Z Y, S D, chiamati tira-indietro che fanno sul suo asse lo stesso effetto che le catene sul loro, ma in modo affatto opposto, come è facile osservarlo nella pianta presa d' alto in basso, e nell' alzato ove si vede che ciascuna cucchiaja è attaccata ad un lungo manico M N che si appoggia ora al cilindro H ed ora contro l' altro I senza potersi allontanare di fianco perchè è contenuta nel telajo K L ove agisce nel modo seguente.

808. Gli operaj facendo girare le due ruote insieme nel senso in cui si vede che agiscono nella figura, la catena A F G si fascia avvolgendosi al suo asse, mentre il tiraindietro D E si allenta filando sopra il

proprio. Allora un mozzo collocato in R prende quasta corda e l'avvolge ad un tacchetto corrispondente al palo ch'esso abbraccia ond'impedire che la cucchiaja invece di mordere sul fondo non faccia che strisciare rovesciandosi, alla qual cosa si oppone anche il padrone Q, direttore della macchina, che tiene in mano una corda OHP detta *carghiera*, attaccata al manico NM, di là passa sul cilindro II sotto il quale il padrone l'attortiglia ad un tacchetto P per lasciarla filare a poco a poco tirandola a sè onde obbligare la cucchiaja A ad affondarsi a misura che lavorando si riempie per l'azione che continua a dargli la ruota grande; dalla sua parte il mozzo R rallenta la corda ch'ei tiene onde lasciar camminare la cucchiaja il cui manico si raddrizza insensibilmente fino alla verticale, dopo di che cade per l'altro cilindro I. Allora il padrone allenta la corda che teneva e passa in T, per attendere che la cucchiaja A abbia preso la situazione ove attualmente è rappresentata l'altra B, onde aprirne la porta, il che effettua prendendo in mano il gancio X per levare con l'uncino il saliscendi che la teneva chiusa; allora le materie cadono in un battello o scialuppa sotto il *portafanghi* che si fa passare di sotto, poscia chiude questa porta spingendola con la punta del gancio. Fatta quest'operazione gli uomini situati in T passano in V per far girare le ruote in senso opposto al precedente, il che non può accedere se la catena FG non si allunga per lasciar discendere la cucchiaja che si è vuotata e se la corda DS non l'attira a sè a misura che si svolge sul proprio asse; al contrario l'altra ZY si avvolge mentre la catena CE si accorcia, onde costringere la cucchiaja B a prendere la situazione ove appare la prima A; quindi essa si riempie alla sua vôlta con una manovra affatto simile alla precedente: il che fanno entrambe alternativamente secondo i due moti contrarj che si danno alle ruote.

809. Per far lavorare questa macchina fa duopo che sia fermata da sei áncore corrispondenti alle bitte AB e da 4 áncore disposte come nella Tavola 20, onde dare ad essa i moti necessarj innanzi e indietro e sui fianchi quando si vuol cangiare di sito.

D'altronde il padrone stira od allenta a proposito la carghiera con cui governa le cucchiaje secondo la resistenza del fondo, perocchè se la tende troppo sarebbe pericolo in certi casi che lo sforzo della grande ruota cagionasse la rottura di qualche pezzo; al contrario se la rallenta più che non occorre, la cucchiaja non si pianta abbastanza e non fa altro che solcare leggermente. Del pari esso accorcia od allenta le catene che sostengono le cucchiaje secondo le diverse profondità che acquista il fondo, queste catene essendo lunghe abbastanza, come anche i manichi delle cucchiaje per scavare fino ai 30 piedi sotto il livello dell'acqua.

Vedesi adunque che pel movimento alternativo delle cucchiaje si formano due tagli su quasi tutta la lunghezza del puntone uno a destra e l'altro a sinistra, osservando che quand'essi hanno acquistato una certa profondità si allentano le áncore da una parte e si accorciano dall'altra onde dar luogo a molti tagli paralelli, che tutti insieme non ne formano che uno, poichè le cucchiaje tolgono le creste che li separavano; la qual cosa è giudicata del padrone che scandaglia di frequente il terreno per non lasciare nel fondo nessuna ineguaglianza.

Operando in tal modo si giunse a scavare le due darsene di Tolone, come anche il canale che comunica dalla rada ad esse, e d'allora in

poi si continua a portar via il fango che si depone nel porto senza di che sarebbe ben presto otturato e con esso tutti quelli del Mediterraneo; ciò avvenne alla maggior parte degli antichi che non furono curati.

810. La cucchiaja formando una delle parti principali di questa macchina, noi l'abbiamo sviluppata in grande su la Tavola 23, ove le figure 1, 2 e 6, la rappresentano veduta in tutti i sensi. Siccome le stesse parti corrispondono a lettere simili, sarà facile vederne la corrispondenza senza il soccorso di una spiegazione troppo ricercata; si rimarcherà soltanto che il fondo ed i fianchi sono di ferro per meglio resistere allo sforzo che provano in un terreno pietroso, non essendo di legno se non il di dietro, munito delle ferramenta necessarie per legarlo al manico X. Inoltre si vede che il pezzo di mezzo IL è fortificato alla sua estremità L con una lastra di ferro per attaccar meglio e solcare nei fondi di molta consistenza.

Riguardo alla porta A praticata dietro questa cucchiaja essa è sospesa in B come una ribalta, e si chiude per mezzo di un saliscendi; il battitojo C D di esso ha una coda ricurva D E F, formante molla all'estremità C, affinchè situato nel suo nasetto I non possa uscirne per accidente e senza far violenza alla molla che al pari di esso è collocata in un incastro praticato sul rovescio della parte inferiore F H della staffa G H; quindi questa porta rimane chiusa fino al momento in cui la cucchiaja essendo piena, e nella posizione conveniente per essere vuotata, il patrone prende il gancio S V, figura 10, per levare il battitojo, afferrandolo per di sotto verso l'estremità C e lo trae a sè finchè è uscito dal nasetto I, allora il battitojo riposa sull'appoggio che gli si è fatto contro l'azione del proprio peso e della molla. Appena la cucchiaja è vuota, lo stesso patrone spinge, come si è già detto, la porta con la punta del gancio, costringe il battitojo a salire sul nasetto e cadere nel dente che lo ritiene. In quanto alla capacità di questa cucchiaja se ne giudicherà dalle dimensioni che si troveranno mediante la scala: diremo soltanto che essendo piena contiene circa 12 piedi cubici di materia.

811. Il servizio di questa macchina si riduce ad un patrone, a cui si danno 30 soldi al giorno, a tre uomini per far girare la grande ruota, i quali servono pure alle altre manovre allorchè si cangia sito al puntone; essi guadagnano ciascuno 16 soldi al giorno, e due mozzi per movere la picciola ruota che guadagnano ciascheduno 8 soldi al giorno. Quindi, secondo questa stima, conforme al pagamento che si faceva a Tolone nel 1750 vedesi che il servizio di una macchina armata costa giornalmente 8 lire e 14 soldi, ma noi supponiamo il costo di 9 lire.

Ogni portafango contiene i tre quarti di una tesa cubica di materia, che è il carico regolato da un segno fatto innanzi ed indietro, su la qual cosa si deve osservare che pel contratto stabilito a Tolone nel 1750 con un appaltatore per lo spurgo del porto, si pagavano ad esso 48 soldi ogni carico di portafango in un fondo qualunque, somministrandogli le macchine con gli attrezzi con che li mantenesse e li restituisse nello stesso stato in cui li aveva ricevuti: quando lavoravano in luoghi il cui fondo fosse di *saffra*, che è un composto di ciottoli cementati da un'argilla indurita, l'appaltatore non seguiva più il contratto fissato ogni battello, ma era pagato a giornata in ragione di 9 lire; allora egli agiva sotto gli occhi dell'ispettore dello scavo delle darsene che invigilava sul buon impiego del tempo.

812. Quando questa macchina lavora in un fondo fangoso o terroso a 6 in 7 piedi di profondità d'acqua, essa innalza in un giorno d'estate il carico di 11 in 12 portafanghi e di 8 in inverno, che se la profondità dell'acqua è di 12 in 15 piedi, essa non alzerà che il carico di 8 in 9 portafanghi in un giorno d'estate e di 6 soltanto in inverno. Finalmente, se la profondità dell'acqua fosse dai 25 fino ai 30 piedi, il lavoro di questa macchina si ridurrà al carico di 6 in 7 portafanghi nell'estate e di 4 a 5 per giorno nell'inverno.

Si può dedurre dalle sperienze precedenti che nei sei mesi della buona stagione ciascuna macchina potrà levar via in un giorno alla profondità di 6 a 7 piedi sotto l'acqua, 9 tese cubiche di materia che costeranno 20 soldi per ciascheduna; che alla profondità di 12 a 15 piedi essa ne scaverà 6 che costeranno 30 soldi per ciascheduna, e che alla profondità di 25 a 30 piedi, lo scavo non giugnerà al più che a 5 tese cubiche del costo di circa 36 soldi per ciascheduna.

813. Bisogna convenire che indipendentemente dal buon uso di questa macchina per nettare i porti, se ne può anche servire utilmente e con molta economia in un gran numero di altri casi, tanto per iscavare fondamenti, per aprire canali di navigazione o tagli, per disseccare paesi coperti d'acqua ed affatto impraticabili, come sono certe paludi, poichè mediante un prezzo assai moderato, ogni tesa cubica si faranno degli sterri ad una profondità a cui non si giugnerebbe mai con qualunque altro mezzo. Nondimeno siccome la spesa che esige la sua costruzione deve entrare in considerazione secondo l'importanza dell'opera e della sua attività da cui deve dipendere il numero delle macchine che lavorano insieme, si sappia che nel 1745 ne sono state fatte per conto regio nell'arsenale di Tolone che costarono ciascuna 10000 lire circa, compresi due portafanghi destinati al trasporto dello sterro; della qual cosa giudicherassi dal seguente dettaglio che ebbi da Millet di Monteville, uomo di grande riputazione, ingegnere in capo a Tolone, a cui debbo quanto riferisce su questa piazza nei seguenti capitoli; ma prima di venire a ciò ecco il nome dei principali pezzi compresi nel piano inferiore del puntone rappresentato dalla figura 5, Tavola 22, onde riconoscerli quando ne faremo menzione.

814. A. *Vegra* sotto la chiglia.
B. *Vegre*.
C. Scalmi commessi a mezzo legno con le matere F.
D. Dormienti.
E. Piccioli braccioli posti per intervallo onde legare le matere con gli scalmi G.
F. Matere
G. Buzzoni.
I. Ginocchi orizzontali e verticali.
K. Scalmi della parte anteriore e posteriore.
S. Intaccatura nella matera per ricevere il piede delle bitte A B.
T. Piaghe nelle vegre per ricevere il piede dei diversi puntelli per sostenere le barre del ponte per mezzo delle latte che sono nella lunghezza della macchina.

Progetto di una delle macchine ultimamente costrutte nell'arsenale di Tolone per escavare il porto.

	piedi,	poll.,	lin. c.
La chiglia sarà lunga 50 piedi per 10 e 6 pollici di grossezza.	20	10	—
Le matere, nel numero di 30, avranno 14 ai 16 pollici di lunghezza per 7 pollici in quadratura	163	4	—
I ginocchi, nel numero di 60, avranno 4 in 5 piedi di lunghezza per 5 pollici in quadratura	52	1	—
I primi scalmi, nel numero di 60, avranno 5 in 6 piedi di lunghezza per 5 pollici in quadratura	62	6	—
La fodera del fondo, nel numero di 18 corsie di 50 piedi, avranno 11 piedi di larghezza e 3 pollici di spessore .	106	3	—
Le vegre, nel numero di 5 in 6 corsi, e ciascun corso di 54 piedi, avranno 9 pollici di larghezza e 3 pollici di spessore	60	9	—
Le fodere al di fuori, nel numero di 8 corsie, ciascuna di 54 piedi a tribordo ed altrettanti a babordo, avranno 11 pollici di larghezza e 2 di spessore	264	—	—
Le fodere di legno di pino, per rivestire il ponte, in numero di 18 corsie, ciascuna della lunghezza di 54 piedi, avranno 10 ad 11 pollici di larghezza e 2 pollici di spessore	148	6	—
I montanti, per appoggiare le due ruote nel numero di 14: avranno 10 piedi di lunghezza per 8 in 9 pollici in quadrato	70	—	—
I pezzi longitudinali o bitte, che debbono essere innestati nei montanti, avranno tutti insieme una lunghezza di 108 piedi, 10 pollici di larghezza e 7 di spessore . . .	52	6	—
Legnami delle bitte di 48 piedi di lunghezza, per 10 e 10 pollici	33	4	—
Bracciuoli delle ruote di prua e di poppa, lunghi 14 piedi, per 8 ed 8 pollici	6	2	8
Quattro bracciuoli degli angoli, lunghi 24 piedi, per 6 ed 8 pollici	8	—	—
Bracciuoli delle bitte, lunghi 24 piedi, per 6 e 6 pollici .	6	—	—
Bracciuoli dei pali sotto la lissa d'appoggio, lunghi 66 piedi per 6 e 6 pollici	16	6	—
Per le due grue lunghe 20 piedi per 18 e 18 pollici. .	45	—	—
Pei due assi lunghi 45 piedi per 12 e 12 pollici . . .	45	—	—
Traverse che appoggiano sopra le lisse dei pali e quelle che sporgono fuori della macchina, lunghe 108 piedi per 6 a 7 pollici	36	6	—
Per lisse d'appoggio e tacchetti semplici, di 70 piedi per 3 in 4 pollici	5	10	—
Pei raggi principali della ruota grande ed il perimetro di tutte e due, lunghe 27 piedi per 3 a 4 pollici . .	23	2	—

	piedi,	poll.,	lin. c.
Le picciole traverse e gradini nelle ruote fra tutte 702 piedi di lunghezza per 2 e 3 pollici	112	6	—
Fodera con fasciame di legno di pino al di sotto e tutto all'intorno della macchina, tre corsie dei detti fasciami fino al bagnosciuga, insieme di 432 piedi di lunghezza per 11 e 2 pollici	66	—	—
Totale della quantità dei legnami che entrano nella macchina	1575	8	8

Questi legnami non essendo della stessa quantità e dello stesso prezzo, eccoli separati in tre stati diversi, col consumo che soffrono nel loro impiego.

Stato della spesa per la costruzione di una macchina per escavare; usata nel porto di Tolone.

	piedi,	poll.,	lin. c.
Chiglia	20	10	—
Matere	163	4	—
Ginocchi	52	1	—
Scalmi	62	6	—
Montanti	70	—	—
Lisse	52	6	—
Bitte	33	4	—
Ginocchi	36	8	8
Grue e cuscinetti	45	—	—
Traverse	31	6	—
Lissa d'appoggio	5	10	—
Totale del legname di quercia del paese	618	10	8

Siccome in questi legnami si calcola d'ordinario un terzo di consumo per lavorarlo nelle proporzioni necessarie, bisogna valutare per 800 piedi cubici, che costano al regio lire 2 e 10 soldi ognuno, posto sull'arsenale di Tolone, il che dà lire 2000.

Quercia di Borgogna per fodera.

	piedi,	poll.,	cub.
Le fodere del fondo	206	3	—
Le vegre	60	9	—
Fodere esterne	264	—	—
Precinte	46	8	—
Ruote	23	2	—
Traverse e gradini delle ruote	29	3	—
Barre	112	5	—
Totale della quercia di Borgogna	742	7	—

Si considerino come 750 piedi cubici, provando questi legnami poco consumo nel loro impiego, i quali a lire 3, soldi 10 ogni piede cubico, costano nell' arsenale la somma di lire 2625.

Legname di pino del paese.

	piedi,	poll.,	cub.
Per la fodera	66	—	—
Per la fodera del fondo	148	6	—
Totale . .	214	6	—

Il consumo potendo essere valutato ad un sesto si passa quest' articolo a 250 piedi cubici che valgono 22 soldi ognuno, cosicchè ammontano a lire 275.

Catrame, pece e calafattura.

	lire,	soldi,	den.
Nove quintali di pece grassa a 10 lire ogni quintale . .	90	—	—
Tre quintali e mezzo di zolfo a lire 13 e soldi 10 . .	47	5	—
Venticinque libbre di sevo a 50 lire al quintale . .	12	10	—
Due barili di catrame a 12 lire	24	—	—
Quattro risme di carta compresa fra la fodera e la bordatura del vivo, a lire 6 e soldi 10 alla risma . . .	26	—	—
Quattro mila chiodi da pelle, a 2 lire e 5 soldi al mille.	9	—	—
Cinque quintali di stoppa, a 12 lire al quintale. . .	60	—	—
Un quintale e mezzo di borra fra il rivestimento e la bordatura del vivo, a 19 lire ed 8 soldi al quintale . .	29	2	—
Cento sessanta sei giornate di calafattore, dai 20 ai 30 soldi al giorno	207	—	—
Cento venti piedi lineari di catene, pesanti 12 quintali, peso di marco, a 36 lire al quintale	432	—	—
Trenta quintali di chiodi, cavicchie o staffe a 24 lire ogni quintale	324	—	—
Quattro áncore per fermare la macchina, pesanti 24 quintali, a 50 lire al quintale	1200	—	—
Alberi pel manico delle cucchiaje. Gli alberetti e gli alberi si misurano col palmo, specie di misura che è di 13 linee	—	—	—
Un albero per una cucchiaja delle macchine per scavare, ha circa 11 palmi di diametro, preso a 6 piedi dalla grossa estremità; questo è il modo di misurare nell' arsenale della marina	—	—	—
Se si fa uso di abete del paese, un simile pezzo costa 46 : 10.	—	—	—
Se esso è di legname del nord costa 87 lire; onde i due manichi	174	—	—
Fattura della macchina secondo la perizia	850	—	—
Dodici mila e trentaquattro piedi lineari di segatura, a lire 3, soldi 5, denari 8 al cento	401	2	6

	lire,	soldi,	den.
Due bitte o portafanghi coi loro attrezzi e pale per gettare il fango, valutate lire 250 ognuna.	500	—	—

Per armare la macchina.

Una fune di 3 pollici di giro, di primo gherlino, pesante una libbra e tre quarti al braccio, peso di marco a 39 lire al quintale, il tutto di 32 braccia di lunghezza, e pesante 53 libbre	20	13	4
Una simile della circonferenza di 6 pollici, di primo gherlino per la carghiera, lungo 10 braccia, del peso di 6 libbre ed un quarto al braccio, quindi in tutto libbre 63, a lire 39 al quintale	21	11	4
Quattro pezzi di libano per ormeggiare, a 12 lire ognuna.	48	—	—
S'impiegano le corde d'erba dette libano per risparmiare quelle di canape. Ciascun pezzo di libano è lungo da 60 ad 80 braccia ed ha 7 pollici di giro . . .	—	—	—
Uno scandaglio, un gancio ed il suo manico per aprire e chiudere le cucchiaje	1	15	—
Un martello	1	—	—
Una spina	3	—	—
Due coltelli a mano	—	12	—
Totale della spesa fatta nel 1745, per costruire una macchina da scavare co' suoi due portafanghi, in tutto	10099	4	2

Benchè la lettura di questo dettaglio sia un poco nojosa, ho creduto nondimeno di non poter dispensarmi dal riferirlo, per servire d'esempio a quelli che vorranno operare con esattezza.

815. Fra le varie macchine che si vedono a Brest per scavare il porto, se ne trova una simile affatto alla precedente, ma di un effetto molto maggiore, perchè essa è più grande a certi riguardi, e l'equipaggio ne è più considerabile, come vedrassi.

Il suo puntone è lungo 50 piedi e largo nel mezzo piedi 24 con 8 di concavità, la sua ruota maggiore ha 28 piedi di diametro e 10 di larghezza, quindi occorrono 16 uomini per volgerla. Le parti del suo asse, ove terminano le catene corrispondenti alle cucchiaje, sono fatte a foggia di tamburo, avente 5 piedi di diametro: in quanto alla picciola ruota che fa agire i tiraindietro, il suo diametro è di 12 piedi per 3 di larghezza, e non può esser mossa che da 4 uomini.

Le cucchiaje che pesano ciascheduna 1700 libbre, hanno le loro base fatta ad arco di cerchio, il cui raggio è di 2 piedi e 4 pollici all'ingresso, e di 2 piedi soltanto verso il fondo nel luogo della porta: esse contengono ciascuna 54 piedi cubici di fango, pesanti circa 83 libbre ogni piede; il manico di queste cucchiaje è lungo 65 piedi e grosso in proporzione.

Quando questa macchina agisce circolarmente sopra un fondo di ghiaja o di sabbia alla profondità di 12 in 15 piedi d'acqua, ciascuna cucchiaja si riempie e si vuota 8 volte in un'ora, e per conseguenza i due insieme levano 16 cucchiajate di materia di 54 piedi cubici, cioè 864 piedi o 4 tese cubiche, effetto tanto grande quanto puossi desiderare.

Si osserverà che per far uso di questa macchina fa duopo che lavori nella profondità di 9 piedi d'acqua almeno; allora partendo da ciò si può scavare fino a 50 piedi sotto la sua superficie.

816. Si fa pur uso nello stesso porto, come anche a Marsiglia, di un'altra macchina per escavare, che chiamasi a tenaglia, il cui meccanismo è affatto diverso da quello della precedente, ma assai più complicato, perciò non mi sono dato la pena di descriverla, sembrandomi che ogni persona intelligente di marina, preferisca la precedente, a motivo della sua grande semplicità.

Siccome ho dettagliato sufficientemente la macchina di cui si fa uso a Tolone, non sarà difficile di renderla capace di tanto effetto, come quella di Brest, dando ad essa le stesse proporzioni, allorchè si vorrà escavare ad una profondità maggiore di 30 piedi, come di 40 a 50; quindi non mi vi arresto di più, come pure alle altre che trasportano il fango con secchj commessi a guisa di cappelletto, come si usano in Olanda, perchè non sono di un uso tanto buono come quella a cui mi sono fermato.

CAPO DECIMO

DELLE FONDAZIONI A PIETRE PERDUTE OD A SCOGLIERA.

817. La maniera di fondare, che formerà l'oggetto di questo capitolo, appartiene specialmente al mare Mediterraneo, come pure ai laghi e fiumi, il cui fondo non è mai asciutto ed ove si vuol evitare di far delle ture e degli esaurimenti. Sembra da ciò che ne ha scritto Vitruvio, che fosse molto usitata dagli antichi, che non hanno trovato mezzi più sicuri e più comodi per istabilire le grandi opere che eseguirono nei loro porti. Nondimeno siccome quest'autore non ne parla che molto superficialmente, e così quelli che scrissero dopo di lui, e noi non vogliamo lasciar nulla a desiderare per dirigersi secondo le circostanze, abbiamo diviso questa materia in due sezioni; nella prima si troverà ciò che appartiene alle fondazioni fatte a pietre perdute, e nella seconda la composizione e l'impiego dello smalto, con cui si stabilisce nel fondo dell'acqua la più solida di tutte le murazioni per la proprietà che ha questo smalto d'indurire in breve tempo.

Sezione I.

Delle fondazioni a pietre perdute.

Suppongasi che volendo approfittare di ciò che la natura ha di già abbozzato per istabilire un porto, trattisi di chiudere un certo spazio di mare che si vuol separare dal restante, onde tenervi i vascelli al coperto di qualunque disgrazia, il che si fa come abbiamo detto all'articolo 690, innalzando uno o più moli disposti in modo da formare un recinto, e suppongasi pure che per la difesa di questo porto o della rada, bisogni stabilire in alto mare a 10, 15, 20, 25, 30 piedi e più di profondità i fondamenti di qualche forte o fanale.

618. Prima di fissare la posizione di un molo si deve aver esaminato con tutta la circospezione immaginabile l'effetto che produrrà; riguardo alla facilità che troveranno i bastimenti per entrare ed uscire dal porto, il che non si può conoscere bene che con una lunga sperienza di ciò che succede nella costa in una burrasca, e consultando i marinaj istrutti; pe-

rocchè come si potrebbero dare delle massime sopra un soggetto che la natura varia in mille modi diversi? Tuttavia se ne potrà giudicare: 1.° per i venti che possono essere vantaggiosi o contrarj; 2.° per le correnti che faciliteranno o storneranno la direzione più naturale alla via che dovranno tenere i vascelli; 3.° pei banchi di sabbia o roccia che sono più a portata; 4.° per l'azione e la riflessione dei flutti contro il piede delle eminenze adjacenti all'ingresso del porto. Bisogna sovra ogni cosa osservare se le onde che vengono dal largo nei grossi tempi, sono molto elevate e se non si potessero difendere dai loro sforzi, le opere che si vogliono costruire, collocandole al coperto di qualche roccia o banco di sabbia fisso, quand'anche non fossero sporgenti, purchè non sieno che a qualche piede sotto la superficie delle acque, perocchè non infrangeranno meno il primo urto dell'ondata: che se non si avesse tale vantaggio bisognerebbe fare a 20 o 30 tese dall'opera che si vuol fondare, un contromolo a pietre perdute per non esporlo affatto alle avarie del mare. In difetto di tale precauzione per costruire il molo che copre l'ingresso del porto di Nizza, si sono sperimentate le difficoltà che si sarebbero risparmiate, se invece di aver coperto il piede di questo molo con una quantità prodigiosa di pietre, si fossero impiegate a formare un contromolo 30 tese più innanzi; allora il mare sarebbe rimasto come stagnante fra tutti e due, ed il molo solo avrebbe provato l'effetto dei venti del sud.

819. Per tracciare l'allineamento che bisognerà dare ad un contromolo, ad un molo o a qualunque altra specie di opera che si vuole stabilire nel mare, si fa uso di ciò che gli uomini di mare chiamano segnali, o gavitelli che non sono altro che pezzi di sughero attaccati ad una fune, fermata all'altra estremità ad una grossa pietra posata al fondo dell'acqua sotto il luogo ove si vuole che il segnale galleggi, il che si fa proporzionando la lunghezza della fune alla profondità del mare. Questi segnali così collocati di distanza in distanza formano insieme una specie di rosario che figura esattamente la traccia che si deve seguire specialmente nei porti del Mediterraneo ove il flusso non è sensibile. Si piantano pure uno o due pali a ciascun angolo ai quali si attaccano delle pertiche aventi alle estremità delle picciole banderuole, onde rendere sensibili gli allineamenti e condursi con maggiore certezza, dopo di che si fanno lavorare di fronte tre o quattro curafondi, e dietro questi se ne conducono altrettanti per iscavare i fondamenti del molo fino al sodo onde levar via il fango, principalmente se trattasi di edificare sul molo qualche opera di entità, altrimenti sarebbe pericolo che un abbassamento troppo grande ne cagionasse la ruina.

820. Prese tali precauzioni, si hanno oltre un gran numero di battelli atti a portare le pietre e la ghiaja, altri bastimenti di mare chiamati puntoni, costrutti a zattera piatta e fatti espressamente per andare a cercare lungo la costa e nei dintorni più a portata i massi di roccia, scegliendo i più grossi che sono i migliori specialmente pei contromoli, perocchè presentano tanto minor superficie all'azione del mare agitato quanto hanno maggior massa in proporzione; si osserverà soltanto che sieno di pietra dura e non sfogliata come quella che assomiglia alla roccia ardesiaca. Talvolta si trovano disposti ad essere caricati, od anche si staccano col petardo. Per maggior intelligenza la Tavola 24, comprende i dettagli di un puntone co' suoi attrezzi di cui ecco la manovra.

Questo bastimento essendo vicino a terra, si abbassa il ponte levatojo A B, Tav. 24, mediante due taglie C, D, l'una attaccata al ponte e l'altra al telajo che serve a quest'uso, per tirare un numero di traini F, e caricarli ciascuno di uno o più massi per mezzo di tanaglie, o leve, indi si attaccano l'un dopo l'altro a due corde avvolte all'asse di una ruota a timpano con cui si fa camminare il traino fino sul puntone diminuendo l'attrito con varj cilindri K, e quando vi si è giunti si dispone di fianco per far posto ad un altro. Indipendentemente dal soccorso della ruota si ha pur quello di alcune carrucole di rimando I rappresentate dalla figura 5, che si legano agli alberi, alle aste E od agli anelli G per deviare dalla direzione naturale le corde dei traini secondo il caso. Inoltre si suppone che vi sieno due trombe situate in H per esaurire l'acqua del fondo.

Caricato il puntone si conduce nel luogo ove debbono essere gettate le pietre, mediante un piccolo battello a remi che serve pure a manovrare intorno. Pagandosi il trasporto delle pietre a tesa cubica, si ha cura di marcare sul davanti e sul di dietro del puntone dopo le sperienze, la quantità d'acqua che pesca secondo il suo carico, onde poterne giudicare a colpo d'occhio; e siccome la frode penetra ovunque, si osserverà se il patrone ha introdotto dell'acqua nel fondo del bastimento per far le veci di parte del carico, che però si sa dover salire a 3 tese cubiche circa ogni viaggio, cioè che allora il puntone deve occupare il posto di 3 tese cubiche d'acqua più che non faceva prima. Del resto, siccome coll'ajuto delle figure 2, 3 e 4 di questa Tavola, è facile giudicare di tutto quello che appartiene a questa sorta di bastimenti, credo che basti ciò che ho detto.

821. Quando si tratterà di stabilire un molo, fa duopo nel tracciarlo, osservare di dare ad esso molta base; la miglior regola per averne la larghezza è quella di determinare dapprima lo spessore L M, Tav. 21, fig. 1, che bisognerà dare ad esso alla sommità secondo la destinazione, aggiugnervi il quadruplo della profondità L N dell'acqua, affinchè la scarpa di una delle due faccie sia circa doppia della sua altezza L N. Per esempio, se si volesse fare una batteria avanzata in un luogo ove la profondità del mare fosse di 20 piedi, e che questa batteria dovesse occupare uno spianato grosso 30 piedi, bisognerebbe che il molo ne avesse 110 al piede, onde le sue scarpe fossero ciascuna di 40 piedi; se ne possono anche dare fino a 50, cioè due volte e mezzo l'altezza, alla scarpa della faccia che sarà la più esposta all'impeto del mare, affinchè incontrando un piano più inclinato essa vi trovi minor presa. Se si trattasse soltanto di un contromolo A L M B, in un luogo ove il fondo del mare non fosse molto fangoso, si potrebbe fare a meno di scavare una fondazione ed appagarsi di stabilirla naturalmente, come è qui la base A B, ma quando tratterassi, come abbiamo detto precedentemente, di un'opera che richiederà di essere lavorata con molta cura, bisognerà allora, supponendo il fondo all'altezza C D, scavarvi l'incassatura E F G H, che si riempirà nel modo seguente.

822. Per fare buon uso delle pietre noi le divideremo in tre specie senza calcolare le scaglie, ciottoli e grossa ghiaja, che servono a guernire i vuoti ch'esse lascieranno fra loro; la prima specie sarà composta dei massi di roccia da noi menzionati, che possono da soli servire col loro volume

a formare un contromolo allorchè se ne può avere in sufficiente quantità; la seconda di pietra di un volume molto minore, e finalmente la terza di quelle che vanno immediatamente dopo queste ultime. Si giudicherà della posizione che loro conviene di più, conoscendosi che alla profondità di 12 in 15 piedi, sotto la superficie del mare, esso non è che poco agitato anche in una burrasca, la sua calma aumentando fino al fondo di modo che a 24 in 25 piedi, l'esperienza dimostra che le pietre più picciole che vi sono immerse, non cangiano situazione. Risulta da ciò che a questa profondità si può cominciare la scogliera con le pietre dell'ultima specie, e continuarle così fino all'altezza di 12 piedi circa, poscia impiegare le medie gradatamente e spargere i grossi macigni su la scarpa esposta al largo del mare posandoli su la faccia dove possono avere maggior sedimento, di modo che s'ingranino e si colleghino più che sia possibile, al che serve maravigliosamente la loro irregolarità quando il lavoro è fatto con intelligenza. S'impiegano, se occorre, dei palombari intelligenti in tempo di calma, ove si distinguono sensibilmente gli oggetti immersi ad 8 e 10 piedi di profondità, che è quella su cui il mare è più agitato, e per conseguenza ove importa di più il premunirsi da suoi effetti.

823. Ben inteso questo si comincia il lavoro con un primo strato di pietre di mediocre grossezza, le più grosse delle quali debbono essere messe lungo i margini per dove bisogna cominciare disponendole presso l'una all'altra, poscia se ne gettano altre in tutto lo spazio rinchiuso dal cordone che formeranno le precedenti, riempiendo di ritagli, ciottoli e ghiaja tutti i vuoti che vi saranno rimasti, in guisa che su la stima del carico di tre battelli, se ne impiegherà uno di ciottoli e di grossa ghiaja per due di pietra. Si può anche quando la costa abbonda di conchiglie spanderne più che si potrà nel recinto del molo perchè vi si moltiplicheranno al segno di non lasciare alcun vuoto. Si continuerà del pari di strato in strato, osservando 1.° di ristringerlo successivamente per formare delle riseghe che debbono dar luogo alla scarpa; 2.° di posar sempre le più grosse pietre verso i margini, principalmente per quello che avrà a soffrire di più; 3.° di disporre queste stesse pietre in guisa che presentino al di fuori le loro faccie più picciole come fanno le leghe nella muratura. Questa manovra si ripeterà fino a tre piedi sotto la superficie del livello delle acque morte, perocchè se si trattasse di un contromolo sarebbe dannoso innalzarlo di più, perocchè le onde del mare colpirebbero la sommità con tanto impeto che l'avrebbero ben presto distrutto, mentre bisogna che vengano a rompersi pel di sopra, il che avviene quando si blandiscono, per così dire, senza opporvisi direttamente; perciò bisogna dare un poco di scarpa alla sommità del molo onde offrire ad esse un piano inclinato composto delle più grosse pietre della seconda specie posate tutte in chiave che si manterranno viemmeglio quanto più si avrà avuto attenzione a guarentirle con la buona disposizione dei massi di roccia situati innanzi che impediranno che le ondate possano solcare gli ultimi strati. Passo sotto silenzio un'infinità di altre prescrizioni egualmente essenziali alla solidità dell'opera, perocchè un poco d'esperienza farà conoscere più di tutto quanto ne potrei dire.

824. Siccome a misura che si formano gli strati di pietra, il mare li copre col suo limo e con una quantità immensa di picciole conchiglie che vi si attaccano, senza parlar della sabbia che depone nei loro interstizj,

tutte queste cose insieme danno luogo ad una concrezione, la quale fa sì che dopo qualche tempo le pietre si trovano unite le une alle altre in modo da non formare insieme che un corpo solo come la murazione; della qual cosa si hanno molti esempi. In questi ultimi tempi alla barriera di Bajona, si ebbero le gravi difficoltà a distruggere alcune estremità di dighe fatte anticamente a pietre perdute; si trovarono tanto indissolubili come se fossero state legate col miglior cemento. Si osservò nello staccarle che la cagione principale della loro unione era un limo nero e glutinoso sparso di picciole conchiglie e di erbe i cui sali verosimilmente si attaccavano a quelli della pietra, il che avviene specialmente quando è alquanto spugnosa.

825. Quando la scogliera deve servire di base ad un molo di murazione, allorchè si sarà a 5 o 6 piedi sotto la superficie dell'acqua, bisognerà disporre le pietre colla maggior cura che si potrà, cercando di ben empierne i vuoti con altre più picciole che s'introdurranno facilmente continuando così fino a 4 piedi presso al livello delle acque stesse; allora si lascierà riposare il tutto per un anno affinchè l'agitazione del mare e l'urto delle onde le facciano prendere il maggiore assetto, e perchè durante questo tempo le pietre possano disporsi nella posizione che reciprocamente converrà meglio ad esse. Inoltre è di estrema importanza impedire con ordini i più rigorosi che non si colgano conchiglie su le scarpe, perchè i pescatori escavando le danneggierebbero e produrrebbero degli assetti ineguali e quindi screpolature, le cui conseguenze non potrebbero essere che dannose; passato questo termine si esaminerà l'opera per vedere di quanto si è abbassata onde innalzarla ed appianarla alla stessa altezza a cui si era terminata, cioè a quattro piedi sotto la superficie dell'acqua.

826. Per cominciare la murazione in tempo di calma si principierà a fare una grande quantità di malta composta di una metà di sabbia e grossa ghiaja con altrettanta calce viva e pozzolana ben mescolata e impastata insieme, sparsa di una quantità di picciole pietre e ciottoli grossi pressu a poco come le noci, di cui si formeranno dei mucchi comodi al lavoro o meglio ancora in battelli piani; si lascieranno seccare per 24 ore, e quando sarà in istato di essere zappato se ne empieranno delle ceste, il cui fondo deve essere fatto a ribalta onde vuotarle più vicino che si potrà alla sommità della scogliera acciò la malta non si dilavi troppo attraversando l'acqua. Agendo in tal modo se ne farà uno strato su tutta l'estensione della superficie per penetrare i vuoti che vi saranno rimasti, dopo di che vi si spanderanno più egualmente che sarà possibile altri ciottoli più grossi dei precedenti che si premeranno a basso con uno stromento piano per incassarli nella malta. Si ripeterà questa manovra di stendere cioè alternativamente uno strato di malta ed uno di ciottoli, finchè siasi giunti ad un piede sotto le acque morte osservando di appianar bene a livello l'ultimo strato che deve ricevere la prima corsia di murazione.

827. Le incamiciature saranno fatte di pietra dura e della più forte qualità posata a leghe e riempimenti, con malta di cemento ben collegate con ramponi e branche di ferro impiombate, come si è insegnato negli articoli 341 e 342, ed il resto dello spessore si riempie di muratura comune. Allorchè si sarà giunti a 3 o 4 piedi circa sopra le acque morte si farà da ciascuna parte una risega larga 8 o 10 piedi per servire di sponda, come dimostra la figura 1, Tavola 24; vi si eleverà sopra in buona mura-

zione il corpo del molo che sarà lastricato con tutta l'attenzione che merita quest' opera. Non parlo dell' elevazione che bisognerà dare al molo sopra la sponda, nè del suo spessore che debbono dipendere dallo scopo che si ha in mira essendo presumibile che nel formare il progetto si saranno fatte le osservazioni convenienti alla sua importanza: aggiugnerò soltanto che il profilo del molo rappresentato dalla figura precedente, è simile a quello che si è elevato nel porto di Cette in Linguadoca, e che può anche servire a dare un' idea di quelli di Civitavecchia, articolo 651.

828. Se invece di un semplice molo si volesse fare sulla scogliera un recinto per chiudere un porto, facendovi dei fianchi e batterie, bisognerebbe dopo aver innalzato e spianato a livello il massiccio composto di malta di ciottoli a 18 pollici sotto le acque morte, stabilire pei muri un graticolato composto di correnti e traverse aventi 10 in 12 pollici di squadratura, i cui compartimenti debbono essere tutt' al più di 30 pollici in quadrato e ben incavicchiati su le intaccature nella stessa officina dove si sarà costrutto questo graticolato, affinchè essendo lanciato nell' acqua, si possa nel farlo galleggiare in pezzi di 8 o 10 tese di lunghezza, condurlo per esser messo a posto negli allineamenti che loro converranno, ove sarà facile fissarli caricandoli di pietre per incatenarli nella murazione. In pari tempo si riempiranno i compartimenti con malta di pozzolana, di terrazzo d'Olanda o di cenere di Tournay, secondo la comodità di avere una o l'altra di tali materie; ma prima di venire a ciò bisogna osservare: 1.° di allontanare il ciglio esterno di questo graticolato 15 piedi circa da quello della scogliera pel fianco che guarda il mare, e di 12 soltanto dalla parte del porto, quando quest' ultimo servirà di base alla incamiciatura esterna del terrapieno, onde avere da ambe le parti delle sponde sufficiente larghezza acciò il carico della murazione ed il riempimento dello spianato che s'innalzerà non producano spinta sulle scarpe della scogliera: 2.° di dare a questi graticolati due piedi di larghezza di più della base del muro onde poter praticare dalle due parti una risega di 10 in 12 pollici: 3.° di caricarli con tutte le grosse pietre che si saranno ammassate per formare la cinta e di lasciarle in questo stato molti mesi onde dar luogo alla scogliera di assettarsi di nuovo, quanto lo potranno permettere il collocamento delle pietre e la natura del fondo, bisognerà per altro prendere le sue misure in modo da innalzarsi 3 o 4 piedi più che non sembrerebbe doversi fare ond' essere pronti ad ogni evento. In difetto di tale precauzione nel costruire il recinto della nuova darsena di Tolone è avvenuto che dopo qualche anno si è abbassata a segno che le cannoniere delle batterie si sono trovate inondate nelle acque vive; inoltre fa duopo condurre l' opera a piani regolati per tutta la sua estensione, acciò gli assettamenti se hanno ancor luogo possano farsi dovunque egualmente.

829. Avendo elevato il corpo del recinto in ottima condizione secondo le regole dell' arte, su che non mi trattengo, si può anche guarentirne il piede contro gli assalti del mare posando su la sponda esterna una serie di grossi massi di roccia onde coprire del tutto il rivestimento in tempo di burrasca. Aggiugnerò che i contrafforti che ne assicurano la solidità si fanno di sufficiente lunghezza per servire di piedritto alle volte onde sono legate le loro sommità allo scopo di formare delle arcate che mettono il cannone corrispondente alle cannoniere in sicuro dalle bombe; che al di

sopra di tali arcate si pratica la strada delle ronde coperta da un parapetto con la sua banchina, e che finalmente si dà talvolta tanta larghezza allo spianato e tale elevazione sopra le acque vive da poter addossare a questo corso di arcate degli edificj atti alla marina, come si è fatto a Tolone; del che si potrà giudicare considerando la figura 3, Tavola 22, che è un profilo della sua nuova darsena, relativo in parte a ciò che or ora si è detto.

830. È importante far attenzione quando le estremità di que ti due moli vanno a terminare l' uno in fronte all' altro per formare l' ingresso di un porto, che non dovendo dare a quest' ingresso se non 16 tese di larghezza onde poterlo chiudere agevolmente di notte con una e più catene, fa duopo che sia terminato a destra ed a sinistra con due grossi muri i quali servono di profilo alla scogliera per sostenerne le estremità, perocchè se da quella parte vi fosse la scarpa che si è detto doversegli dare, quest' ingresso sarebbe troppo largo e lascierebbe troppo scoperto l' interno del porto ed è a ciò che si sono ridotti quelli della vecchia e nuova darsena di Tolone, benchè fossero coperti dalle eminenze che sono innanzi alle aponde della rada. Questi due muri debbono essere stabiliti anticipatamente onde appoggiare la scogliera a misura che si eleverà. Siccome trattasi del Mediterraneo, ove supponiamo che non si vogliano far ture, nè esaurimenti, si giudicherà del metodo da praticare per fondare tali muri da ciò che noi insegneremo sopra la murazione di smalto ed a cassoni.

831. Gli Olandesi intrapresero dopo qualche anno a fare nella baja del Capo di Buona Speranza un molo a pietre perdute, la cui esecuzione è degna della costanza e dell' ardire de' Romani. Esso deve avere 4000 tese di lunghezza per 100 di larghezza alla sommità in un luogo, ove il mare ha più di 20 piedi di profondità onde si può giudicare dell' estrema larghezza della base di questo molo; esso ha per iscopo il congiugnere il piede del monte Leone situato al sud della baja con l' isola Robben, che è nel mezzo del suo ingresso onde formare sotto la città ed il forte di Buona Speranza un porto o piuttosto una rada che avrà circa 4 leghe di lunghezza per 2 e mezzo di larghezza, ed i vascelli saranno perfettamente al coperto dai venti che sono fuori di modo pericolosi su questa costa. Questa rada sarà tanto più comoda in quanto che il fondo ne è buono e vi si hanno dai 60 ai 90 piedi di profondità d' acqua. La costruzione di questa grand' opera si trova facilitata nel modo più felice dall' abbondanza delle pietre somministrate dal monte Tavola, vicino a monte Leone, e da una prodigiosa quantità di ostriche che si raccolgono lungo la costa per riempire i vuoti che possono lasciare fra loro le pietre che vi si gettano. Tutti i delinquenti rei di morte, eccetto gli assassini, sono condannati pel restante della loro vita a lavorare al progresso di questo molo famoso, una delle cui estremità è già bastantemente avanzata per coprire buon numero di piccioli bastimenti.

Sezione II.

Del modo d'impiegare lo smalto per le fondazioni fatte al fondo dell'acqua senza ture od esaurimenti.

832. Per preparare la mente di quelli che non hanno veruna cognizione dei lavori di cui si tratta, cominceremo dal dargliene una leggiera idea onde sentano meglio la necessità di tutte le cose che vi debbono concorrere, che in seguito riporteremo nell' ordine che loro converrà meglio.

Suppongasi che si tratti di stabilire nel mare alla profondità di 15, 20 e fino a 25 piedi, i fondamenti di un forte o di un molo, cominciando dal perimetro dell' opera senza curarsi del suo ripieno che si farà poscia a comodo empiendo di qualunque siasi materia lo spazio che si sarà abbracciato: cioè che i fondamenti di cui si tratta non debbono estendersi che sotto il muro di cinta soltanto, non dando ad essi che uno spessore proporzionato alla profondità dell' acqua, la camicia interna elevata a piombo avendo l' esterna una scarpa di un quinto o di un sesto della sua altezza, come pei rivestimenti ordinarj onde non aumentare senza necessità la spesa ed il lavoro.

Tracciata l' opera con gavitelli, come si è detto all' articolo 819, e guarentita dai furori del mare con un contromolo che si sarà fatto provisoriamente, se sarà creduto necessario, si comincia dal fare una cassa con pali, palanche, briglie, ecc., come se si trattasse di fare una tura simile a quella spiegata, all' articolo 819, con questa differenza che non si costruisce intera come se si dovesse mettere a secco lo spazio che rinchiude, perocchè basta formarla partitamente, e invece di riempirla con cretone, la si riempie di smalto misto a pietre che occupano successivamente il posto dell' acqua. Siccome per le ture simili a quella da noi citata, fa duopo che il loro massiccio sia radicato qualche piede sotto il fondo dell' acqua, si fa lo stesso riguardo ai fondamenti che si vogliono elevare, scavando una fossa, il che si fa per mezzo di una macchina a cucchiare posata sopra la sommità del cassone, e che si guida lungo il lavoro, a misura che ha portato via il fango fino al fondo buono, che in mare d' ordinario si trova a poca profondità; ma se fosse molto basso si prenderebbero le precauzioni che si usano nelle circostanze ordinarie.

Terminato quest' apparecchio s' innalza la murazione facendo successivamente strati di malta di smalto sparso di pietre per empiere il cassone fino all' altezza delle acque morte; nondimeno, siccome immergendo questa malta perderebbe molto della sua qualità, se cadendo dovesse attraversare una grande altezza d' acqua che ne staccasse la miglior parte della calce, si è trovato il mezzo col sussidio di un' altra macchina, di farla discendere quasi fino al fondo senza veruna alterazione. Queste cose tutte andrò dettagliando fino nelle loro minime circostanze, cominciando da ciò che appartiene ai cassoni, ne meritano esse la pena tanto più in quanto

sono meno conosciute e che supponiamo sempre di parlare a persone poco istrutte.

833. Benchè il cassone per contenere la murazione di cui si tratta sia dei più semplici non abbiamo lasciato di riportarne i pezzi principali, parlando della macchina precedente, rappresentandola nella posizione in cui si trova quando se ne fa uso. Ma per non parlare ora che di questo cassone, se ne giudicherà dal suo profilo, figura 4, Tavola 23, ove si suppone che la linea A B marchi l'altezza delle acque vive, e la linea C D il fondo del mare: che i pali A B appartengano agli ordini che si sono battuti a destra ed a sinistra per formare l'incassatura per una lunghezza di 10 in 12 tese soltanto per non abbracciare se non quell'opera che si può fare in un tempo limitato e proprio per tale intrapresa; ch'essi sieno stati coperti da un cappello D a cui si sieno attaccate le filagne superiori E, e sospese le inferiori G coll'ajuto delle staffe attaccate in H per sostenere le palanche F componenti il cassone su le sponde del quale sono posati due tavoloni O che servono di spianato ai cilindri R che portano la macchina per immergere lo smalto; che la linea I K marchi il fondo del taglio che si è formato sotto il letto C D del mare; e che finalmente I L M K comprenda lo smalto misto a pietre immerse quando si è principiata la fondazione.

Per maggiore intelligenza si può considerare la figura 3, Tavola 26, che dimostra d'alto in basso il cassone e la macchina che si troveranno pure espresse in un altro aspetto dalla figura 3, Tavola 25, quindi queste figure considerate insieme relativamente alle lettere simili che indicano gli stessi pezzi, non lascieranno nulla a desiderare per l'intelligenza della cosa.

834. La larghezza del cassone essendo la stessa dello spessore della murazione, quando si lavora nell'interno di un porto si segue d'ordinario la regola di far questo spessore eguale alla metà della profondità dell'acqua; ma se questa murazione dovesse essere esposta al mare alto od a qualche impetuosa corrente, si dà ad essa di spessore due terzi dell'altezza dell'acqua. Quindi con questa regola si giudicherà dell'intervallo che vi deve essere fra i due ordini di pali, la cui forza sarà proporzionata all'altezza della murazione di smalto ed alla profondità a cui questi pali dovranno essere piantati per penetrare varj piedi nel terreno solido onde renderli capaci di sostenere l'impeto dei fiotti del mare e la spinta della murazione, finchè abbia fatto corpo. Perciò secondo la natura del fondo bisogna armar essi e le palanche con punte e cerchj di ferro con le loro teste tagliate a 3 o 4 piedi sopra le acque più alte onde guarentire la murazione dall'azione dei fiotti quando sarà alta bastantemente per risentirsene.

835. Questi pali debbono essere distanti relativamente all'altezza della murazione per proporzionare la loro resistenza comune allo sforzo che avranno da sostenere per parte della sua spinta sempre relativa a quest'altezza medesima. Quand'essa non oltrepasserà i 10 piedi, basterà darne 6 d'intervallo dal centro di un palo a quello del seguente. Quando l'altezza sarà circa 16 piedi si poseranno alla distanza di 4 piedi, e di 3 soltanto quando l'altezza della murazione andrà dai 20 fino ai 25 piedi. Tutti questi pali saranno ben collegati da un cappello, le due file opposte rinforzate di tratto in tratto con chiavi o traverse nella parte superiore del cassone per meglio assicurarsi da ogni deviazione; questi poi si sopprimono quando lo smalto avendo fatto corpo è coperto da un piano di murazione ordinaria,

Queste file di pali saranno anche legate da due filagne posate internamente, la superiore più grossa della seconda, onde dar luogo alla scarpa delle palanche tanto da una parte quanto dall' altra, come si vede nel profilo, nel caso che si avesse per iscopo la costruzione di una tura, di una diga o di un molo isolato. Ma se si trattasse del rivestimento di una sponda o della fondazione di un recinto, non bisognerebbe estendere la scarpa che dalla parte esterna, innalzando l' interno a piombo onde aver riguardo alla spinta che la murazione sosterrà dalle materie onde sarà composto il terrapieno. Quindi si vede che le due filagne che corrisponderanno alla stessa fila, debbono essere di struttura uguale, o diversa, secondo il profilo che si deve eseguire; si osserverà soltanto che la seconda dovendo essere immersa nell' acqua al terzo od al quarto della sua profondità, secondo che la cassa sarà più o meno alta, non vi è altro mezzo di fissarla che quello di sospenderla con staffe di ferro o corde attraversate ai pali sopra il livello delle acque più alte, come in H, figura 4, Tavola 23, ove si ha la libertà di operare.

836. In quanto alle palanche, vedesi la necessità di farle di uno spessore non solo proporzionato all' altezza dell' acqua ed alla spinta della murazione, ma anche alla profondità che è necessario dover dare alla trincea da escavare per portar via il fango del fondo dell' incassatura fino al terreno solido. Al che importa molto di aver riguardo acciò si trovino conficcate due piedi almeno: lo stesso dicesi dei pali e quindi si abbia cura prima d' incominciare l' opera con scandagli di esplorare la natura del fondo per giudicare dell' occorrente. Passiamo sotto silenzio che queste palanche debbono essere ben incassate le une nelle altre a maschio e femmina, come si è spiegato all' articolo 277, e con le loro teste tagliate all' altezza del cappello dei pali e tutte attaccate alle filagne, non lasciando nessuna fenditura nella loro congiunzione per tema che una parte della calce e della pozzolana, sfuggendo, lasci dei vuoti nella murazione; dopo di che si farà uso della macchina a cucchiaie, per portar via il fango del fondo fino al terreno buono. Prima di descriverla giova osservare che il dettaglio da noi dato per una buona incassatura, può essere applicato alle ture che si dovranno fare quando si sarà nella necessità indispensabile di mettere a secco alcuni luoghi per ristaurare il rivestimento delle antiche opere guaste, cosa più difficile del costruirle di nuovo, d' onde segue la necessità di procurare la maggiore solidità alla murazione da stabilire nell' acqua considerando nell' avvenire più lontano ciò che potrebbe cagionarne il deperimento onde rimediarvi quant' è possibile.

La conoscenza che noi abbiamo dei monumenti antichi, è una prova convincente che quando si hanno buoni materiali, è quasi sempre colpa di quelli che non seppero impiegarli, se le loro opere sembrano molto distanti dall' avere un destino così glorioso, e se al contrario la maggior parte di essi cade in ruina vivente ancora il loro autore.

837. I pezzi che compongono la base della macchina di cui si tratta, si riducono a tre travi A B, Tavola 25, legati alle traverse C D, osservando che le due prime lo sono pure dalle traverse E F che sono appena punteggiate al pari del restante, perocchè questa base è in parte coperta dagli altri pezzi superiori; ma è facile immaginarsela, tanto più che la si trova

nel profilo che è al di sopra ov'è rappresentato il cavalletto G H I K, innalzato sopra la terza trave A B; questo cavalletto, serve con altri due suoi eguali a sostenere l'albero della ruota e la cucchiaja: anche con poca attenzione si potrà giudicarne. Perciò passiamo a quanto riguarda l'azione della macchina di cui ecco una semplice idea; perocchè essendo fatta secondo quelle che servono a Tolone per nettare il porto, e da noi descritte nel capitolo precedente, vi si potrà ricorrere.

Conviene dapprima sapere che tutta la macchina è sostenuta da due travi *a b*, posati attraverso della sponda dell'incassatura e che si caugia di posto a misura che dopo avere scavato un pezzo di fossa, si vuole che lavori più da lontano; che il manico della cucchiaja passa fra i cilindri L M, contro i quali si appoggia, cioè sul primo L quando la cucchiaja discende e sotto il secondo M quando risale. Questo moto dipende dall'azione della ruota e di due corde principali attaccate alla cucchiaja, la prima N Z Y, lo costringe a scavare nel fango e lo rialza poi quando è riempito, il che succede facendo girare la ruota da destra a sinistra. La seconda T V S Q, che è il tiraindietro passando su la carrucola S e contro il cilindro V, fa discendere la cucchiaja dopo che si è vuotata in una carriuola, aprendo il portello che si suppone situato in Q, e ciò volgendo la ruota in senso opposto al precedente.

Verso l'estremità del manico è attaccata una terza corda O P, la quale ha l'altro capo legato con tre o quattro giri alla terza trave GK: il suo uso è quello di costringere la cucchiaja coll'ajuto di un manuale situato in P, a profondarsi a misura che ve l'obbliga il moto della ruota, e di dirigerla in modo da scavare egualmente per tutta la larghezza del fondo. Quand'essa ha fatta la sua presa, il manuale lo lascia rialzare rallentando la fune, così esso discende, scava, si carica e torna a salire sempre alternativamente. Infine vi è ancora una quarta fune che passa sopra una carrucola X, di cui si serve talvolta il manuale precedente per ajutare ad innalzare la cucchiaja, quando essendo piena più del solito, la ruota fa fatica a cavarla.

838. Importa moltissimo di osservare che si può far uso di questa macchina non solo per togliere il fango dal fondo del mare, ma anche per qualunque altra occasione in cui si volessero scavare delle fosse molto profonde in un terreno fangoso, come quello di una palude mobile per stabilirvi i fondamenti di una diga, di una tura o di un argine rivestito di murazione, ecc. Allora si comincierà dal piantare due file paralelle di palanche di una lunghezza e grossezza proporzionata alla profondità a cui troverassi il buon fondo in cui debbono essere radicate tanto quanto il peso del martino lo permetterà: dopo di che si scaverà tanto basso quanto sarà possibile il terreno rinchiuso nell'incassatura, poscia si farà agire una o più macchine che profonderanno il restante del taglio fino al buon fondo, fosse anche a 20 in 25 piedi di profondità senza curarsi dell'acqua che rimpiazzerà lo sterro, non avendo altra cura che quella di posare delle chiavi e traverse ad intervallo per sostenere la spinta esterna.

839. Quando si sarà toccato il buon fondo, bisogna scoprirlo quanto si potrà e dare ad esso un poco di scarpa dalla parte opposta alla parete per meglio assicurare la fondazione contro la spinta che dovrà sostenere il rivestimento, osservando che vi sia bastante spessore per poter fare a meno di contrafforti, perocchè i pezzi di trincea che occorrerebbero per

fondarli sarebbero forse troppo difficili da scavare per la poca azione che avrebbe la cucchiaja. Inoltre è inutile adoperarsi a rendere piano il fondo, mentre non lo esige la murazione di cui si tratta, anzi è all'opposto, poichè le picciole cavità e le eminenze che vi s' incontreranno non possono che contribuire a meglio legarle insieme.

840. Succedendo che il terreno solido si trovasse troppo basso e quello che bisognerà levare fosse di consistenza mediocre, basterebbe profondarlo 6 in 7 piedi sotto il fondo dell'acqua, dopo di che si profonderanno a scacco ed al massimo rifiuto di grosso martino, dei pali distanti 3 piedi, de' quali si lascierà sporgere le teste per 4 piedi circa sopra il suolo della fondazione senza curarsi di appianarli, il che si potrà fare nell' acqua per mezzo dei pali posticci di cui si è parlato all' articolo 201; poscia s' invilupperanno questi pali con la murazione di smalto che vi si getterà con cui non faranno che un corpo solo.

Ma se lo stesso terreno si trova fangoso, si scaverà tanto innanzi quanto sarà possibile per farvi discendere un graticolato, si batteranno dei pali nelle cellule, lasciandoli sporgere come i precedenti, e si getterà la murazione di smalto come al solito, osservando di condurla per piani a livello per tutta l' estensione della fondazione per non caricare il graticolato più da una parte che dall' altra per rendere eguale l' assettamento. Bisogna soprattutto far attenzione di formare l' incassatura con palanche di sufficiente forza e ben legate da filagne raddoppiate; queste palanche saranno piantate più innanzi che sarà possibile nel terreno solido per prevenire l' allontanamento che potrebbe cagionare un terreno così molle come quello che noi supponiamo, allorchè sarà caricato di tutto il peso della murazione. Nondimeno devesi osservare che questo carico stesso, come pure i pali, contribuiranno molto a consolidarlo perchè la maggior parte dell' acqua di cui era inzuppato sfuggirà.

Bisogna convenire che con questo metodo di fondare non vi è difficoltà che non si superi per parte del terreno, e si potrebbe dubitare pei casi precedenti che se ne potesse venire a capo altrimenti, poichè non si tratterebbe di fare delle ture, la cui esecuzione sarebbe tanto difficile come la cosa stessa; perocchè come stabilirne la base tanto avanti che le infiltrazioni non passino pel di sotto, ed esaurirle al punto di poter sempre lavorare all' asciutto?

841. Per terminare ciò che ne resta a dire su le figure che sviluppano la macchina per immergere lo smalto, vedesi, Tavola 23, 25 e 26, che essa consiste in due cavalletti, eretti sopra un telajo Y appoggiato a due cilindri R che servono a muoverla lungo l'incassatura, che questi cavalletti i quali sono legati insieme da due ascialloni S T sostengono l' asse a cui è sospesa la cassa W a due corde sempre mantenute verticalmente alla stessa distanza da cilindri accollati X agenti sopra uno degli ascialloni.

In quanto a questa cassa che ha internamente 3 piedi in ogni senso, il suo fondo *Z b* è fatto a guisa di ribalta girevole su due perni *b e* sostenuto quando è chiuso da una staffa *m*, sotto la quale vi è un anello Z a cui è attaccata una corda *a* Z, legata ad una cavicchia *a*; si regola la lunghezza di questa corda in guisa che la cassa essendo discesa fino a 4 piedi circa del fondo non possa andar più abbasso, senza che l' azione del suo peso forzi la staffa ad abbandonare la ribalta, che aprendosi la-

scia sfuggire la malta. Si osserverà che questa ribalta è sostenuta da due parti con catene *n*, attaccate agli orli inferiori della cassa per mantenerla nella situazione ove apparisce punteggiata.

Allorchè volgendo il verricello la cassa rimonta, si rinchiude la ribalta tirando la corda *rlh* ad esso attaccata, il che si fa pure quando essendo fuori dell'acqua si appoggia sul manico *b d*; allora si allenta la staffa *m* che venendo a ripigliare la sua situazione verticale sostiene questa ribalta come prima. Per tener sospesa la cassa a conveniente altezza ed empierla di nuovo, si fissano le ruote legando la corda *f* ad uno dei pezzi del telajo; fa duopo che il di dentro della cassa sia molto unito e le sue commessure ben calafattate, intonacata di catrame al di fuori e chiusa con un coperchio ad incastro, acciò discendendo la colonna d'acqua che essa mette in moto non porti via una parte dello smalto, e perchè non si attacchi al fondo si ha cura prima di scaricarla di posarvi un letto di ghiaja.

L'interno di questa cassa che ha 3 piedi in ogni senso contiene 27 piedi cubici di smalto; ma si può far più grande e proporzionarla alla larghezza della fondazione che si vuol riempita, nondimeno non conviene dare ad essa più di 4 piedi di lato che producono 64 piedi cubici per tema di renderne la manovra troppo imbarazzante.

842. Vitruvio, parlando dello smalto, vuole che sia composto di due parti di pozzolana per una di calce; sottintende al certo che la calce debba essere misurata viva e si estingua nello stesso tempo che si farà la malta, acciò per l'effervescenza che succederà si possa staccare una gran parte di sali contenuti nei pietrami e nella pozzolana che vi si deve incorporare; ei suppone d'altronde che questa materia si abbia tanto comodamente come in Italia.

Milet di Monville, che sul modo di edificare di cui si tratta, acquistò un'esperienza illuminata da buoni principj, fece un gran numero di saggi sul miglior modo di comporre lo smalto, ed ecco quello che riuscì meglio nei lavori di cui ebbe la direzione.

Scelto un luogo unito e ben battuto, si prendono 12 parti di pozzolana, di terrazzo d'Olanda o di cenere di Tournay, con cui si forma un argine circolare del diametro di 5 in 6 piedi e sopra vi si pongono 6 parti di sabbia di bella grana, non terrosa, sparsa egualmente. Si riempie l'interno di questo cerchio con 9 parti di calce viva ben cotta, contusa con una mazza di ferro acciò si estingua più presto, il che si fa gettandovi a poco a poco dell'acqua di mare per le opere marittime, e rimescolandola di tempo in tempo col dorso di varie marre di ferro: tosto che è ridotta in pasta vi s'incorpora la pozzolana e la sabbia. Il tutto essendo ben mescolato vi si gettano 13 parti di scaglie di pietre e tre di scoria contusa quando si è alla portata di averne, ovvero basta impiegare 16 parti invece di 13 di scaglie e pezzetti di pietre, o di ciottoli, la di cui grossezza non deve oltrepassare quella di un ovo di gallina. Si rimescola a forza di braccia tutta questa composizione durante un'ora gettandola qua e là con pale per meglio incorporarne le parti, dopo di che se ne formano dei mucchj ai quali si lascia far corpo per 24 ore in estate nei paesi caldi, ma in inverno occorrono ad essa 3 o 4 giorni osservando di tenerla al coperto della pioggia e di non impiegarla se non quando è ferma abbastanza da non poter essere trasportata che colla vanga.

843. Si osserverà che sebbene lo smalto sia impiegato asciutto, quando è arrivato al fondo dell' acqua vi si stende e condensa. Si cangia posto alla macchina che serve a immergerlo, a misura che se ne fa un letto di 10 in 12 pollici di spessore, che si stende per tutta la fondazione, dopo di che vi si spandono delle pietre a sacco, o del pietrame di mediocre grossezza, delle quali le più grosse non eccedano il quarto di un piede cubico. Queste pietre disposte con attenzione le une accanto alle altre, si piantano nella malta che si è ammollita, ma che poscia s'indura a segno che dopo 3 o 4 mesi la murazione diviene indissolubile, tanto più quando invecchia.

Questo letto di pietre essendo stato ricoperto da un nuovo strato di smalto, se ne ricomincia un altro, e così di seguito alternativamente fino a 6 o 7 piedi sotto il livello dell' acqua; allora si può fare a meno della cassa e gettare lo smalto con trogoli e ceste; osservando però di non vuotarli che assai presso alla superficie dell' acqua, essendo essenziale l' impedire che si sciolga cadendo dall' alto, il che succederebbe di certo alle fondazioni molto profonde, come si è già detto, perocchè le parti più pesanti giugnendo al fondo più presto delle altre, tutto lo spirito della calce si convertirebbe in latte.

Con questo modo di edificare vedesi che la murazione può essere riguardata come fatta secondo le migliori regole dell' arte, perocchè essendo composta di picciolissimi materiali che presentano molta superficie alle parti dello smalto, se ne stacca una maggior quantità di sali atti alla concrezione: vi è poi questa comodità che si può fare senza il soccorso di alcun muratore, potendo eseguirla i più semplici manuali; non occorrono che alcuni carpentieri per formare la cassa. Inoltre conviene conservare l' incassatura in cui è formata la murazione, particolarmente nei luoghi opposti ai fiotti del mare, od alla rapidità delle acque.

844. Con questo metodo, vidi a Tolone nel 1748, edificare uno dei moli che si sono fatti nella nuova darsena; chè gl' ingegneri di questa piazza non conoscevano metodo di più opportuno per lavorare solidamente nel mare senza alcun pericolo, e si può dire che sia il solo di cui si possa guarentire il successo. Non si ha da temere che una pietra di parete venendo a staccarsi sia seguìta da più altre, e che successivamente tutto ciò che è nell' acqua cada in ruina, e non si deve calcolare assai l' economia di poter lavorare senza ture od esaurimenti che producono talvolta tanta spesa come l' opera stessa? Non si ha ragione di essere maravigliati, che una pratica di cui gli antichi fecero così buon uso non sia seguìta che su le coste del Mediterraneo? Nondimeno essa potrebbe esserlo del pari nell' Oceano e nei fiumi per fondare una sponda, o le pile di un ponte nei luoghi che non sono mai a secco, ed ove rimane sempre una grande profondità d' acqua, essendo preferibile in molti casi alle fondazioni fatte a secco nei cassoni che si fanno colare a fondo nel modo che si troverà descritto nel capitolo seguente.

Milet di Monville avendo fatta riempire di murazione di smalto una cassa di 27 piedi cubici la immerse nel mare, ove rimase per due mesi, dopo i quali fu ritirata per vedere il grado di solidità che questa muratura aveva acquistato, ed essa componeva un corpo così duro che si trovò più difficile separar le sue parti, che quelle di un masso della pietra migliore.

845. Quando si avrà da fare una lunga fondazione e l'opera sarà esposta all'agitazione delle onde, non bisognerà dapprima piantare che i pali dell'incassatura secondo i lineamenti determinati e non formare la cassa con palanche se non a porzioni di 10 tese di lunghezza per riempirla consecutivamente di murazione, affinchè questa parte resista allo sforzo del mare burrascoso che potrebbe rovesciare l'incassatura se si trovassa vuota. Per riprendere l'opera dopo aver continuato l'incassatura si leverà la tramezza laterale fatta con palanche; se lo smalto sarà già consolidato si faranno nel profilo delle immorsature acciò la murazione nuova si leghi meglio con la vecchia, al contrario se essa non ha fatto corpo essa s'inclinerà da sè nell'incassatura prolungata, e si legherà naturalmente con lo smalto che si getterà per di sopra. Si passa sotto silenzio che, secondo le circostanze locali, occorreranno dei battelli o dei puntoni con gli accessorj che loro convengono, per portare i materiali e le zattere intorno all'incassatura onde facilitare la manovra.

Dopo che si sarà lasciato riposare questa fondazione durante l'inverno perchè faccia corpo, si eleverà la muratura a corsie regolari, la cui parete sarà fatta di buona pietra dura o pietrame picchiato si per la costruzione di un molo, come per una diga, batteria o forte. Se il coperto si trova esposto ad essere battuto dal mare o dal moto continuo dei corpi pesanti, come avviene a quelli delle sponde, bisogna aver grande attenzione di assicurarne le lastre fatte del più grosso strato di pietra in pezzi alternati e posati a taglio e fermati con ramponi di ferro impiombati.

846. Se si dovessero costruire alcune grandi opere sporgenti e di considerevole larghezza, come sarebbe una diga od un molo, si potrà limitarsi a fare un' incassatura tutt' all'intorno per rivestirla di murazione di smalto, riempiere poscia a pietre perdute lo spazio che si sarà ricinto, dopo di che si continuerà ad innalzare in buona muratura di pietre da taglio posate in corsie regolari lo stesso rivestimento fino all'altezza della copertura dello spianato per non dare all'incassatura che una ragionevole larghezza, onde non fare spese inutili; si potrebbe soltanto per maggior solidità legare i muri opposti con catene situate di distanza in distanza, fatte pure per incassatura o in murazione di smalto.

Aggiugnerò che se si trattasse del rivestimento di una fortificazione o di qualunque altr' opera molto esposta all'alto mare, e che se malgrado il contromolo di cui sarà munito si avesse a temere che i fiotti rompendosi contro la parete la danneggiassero, bisognerebbe rivestire la parte esposta con tavole di un pollice e mezzo a due pollici di spessore fermate con ramponi impiombati nella murazione per guarentirla durante le prime annate, onde abbia tempo di asciugare ed acciò le commessure non ne sieno guaste.

847. Siccome alcuni dettagli su la muratura di smalto non possono a meno d'interessare quelli che non li conoscono e si potrebbero trovare nel caso d'adoperarla, ecco delle sperienze esattissime fatte a Tolone su la quantità dei materiali di ciascuna specie che entrano in una tesa cubica di questa murazione, il loro peso, il tempo occorrente per farla ed immergerla nell' acqua fra i 10 ai 18 piedi di profondità.

Per empiere una fondazione della capacità di 16 tese cubiche si sono impiegate:

Novecento quarantadue piedi cubici di pozzolana rossa, a 90 libbre ogni piede, pesanti in tutto . . . . Libbre	84780
Quattrocento settant' un piede cubici di sabbia, a 115 libbre, pesanti insieme . . . . »	54165
Mille e venti piedi cubici di ritagli di pietre, a 110 libbre, pesanti insieme . . . . »	112200
Duecento trentacinque piedi cubici di scoria contusa, ad 80 libbre, pesanti insieme . . . . »	18800
Settecento e sei piedi cubici di calce viva contusa, pesanti ciascuno 76 libbre, e insieme . . . . »	53596
Seicento diciotto piedi cubici di pietre a 160 libbre ogni piede, in tutto . . . . »	98880
Totale. Tremila novecento novantadue piedi cubici di materiali pesanti insieme . . . . Libbre	422421

Vedesi che per fare 16 tese cubiche di muratura di smalto, si sono impiegati 3992 piedi di materiali, quantunque queste 16 tese non contengano di solidità se non 3456 piedi, quindi la differenza è di 536 piedi cubici, proveniente dal vuoto che esisteva fra le parti dei materiali impiegati; su la qual cosa è da rimarcare che Milet di Monville ha spesse volte verificato che due piedi cubici di sabbia granosa incorporata con un piede di calce spenta non producono guari che due piedi cubici di malta; d'onde segue che rapporto al volume dei materiali impiegati nella muratura si può all' uopo far astrazione da quello della calce.

848. L'ammasso dello smalto essendo alla distanza di 4 tese, ragguagliate dall' incassatura e i materiali per comporlo a 6 tese dal cantiere, occorsero 30 uomini impiegati per 12 giorni, di 8 ore di lavoro per ciascheduno, onde formare le 16 tese di murazione in smalto, cioè 72 ore per fare lo smalto e metterlo in massa, 24 ore per zapparlo, riempiere la cassa ed immergerlo unitamente alla pietra. Si osserverà che si sono impiegati dei galeotti legati a due a due e quindi assai imbarazzati, mentre se si avesse fatt' uso di uomini liberi, il lavoro si avrebbe fatto con più prestezza. Però è vero che le spese giornaliere sarebbero più costose mentre quelle dei galeotti non costano che otto soldi ognuna.

CAPO UNDECIMO

DEL MODO DI FARE LE FONDAZIONI IN ALTO MARE E NEI FIUMI A CASSONE ED ALL' ASCIUTTO.

Si è veduto il modo di fondare con la murazione di smalto profondata in una cassa senza fondo formata con pali e palanche; ora si tratta di un' altra specie di fondazione, diversa dalla precedente in quanto che la murazione si costruisce all'asciutto secondo l'uso comune in cassoni che si lanciano nell'acqua onde situarli nei luoghi ove si deve porre la fondazione.

849. Per appoggiare qui pure ad esempj i metodi che descriviamo, divideremo questo capitolo in tre sezioni; nella prima si troverà ciò che si è eseguito a Tolone per la costruzione della sponda che cinge il porto in fronte all' Hôtel-de-Ville, seguito da quanto praticossi per lo stabilimento di una cala nell' arsenale della marina. Riguardo alla seconda vi dettaglieremo ciò che si è fatto a Londra per fondare nel Tamigi con cassoni senza ture od esaurimenti le pile del famoso ponte di Westminster, terminato da poco in qua, e che a ragione si considera pel più magnifico monumento de' nostri giorni. Nella terza si troveranno delle osservazioni importanti sul modo di fondare a cassoni e l' uso di cassoni prismatici pieni di smalto per istabilire un edificio nell' acqua.

Siccome questi esempi comprendono metodi a loro particolari di cui si può fare una giusta applicazione, compieranno di dare sul modo di fondare in generale tutte le conoscenze necessarie alle persone dell'arte, onde metterle in istato di determinarsi sul partito che dovranno prendere nelle occasioni che presenteranno maggior difficoltà, poichè non ne incontreranno punto che non sieno collegate ad una di quelle da noi trattate, lasciando alla loro capacità di modificarle in pratica secondo le circostanze. Tutto ciò che si può esigere da un' opera come la nostra si è di trovarvi delle istruzioni pei casi più generali, cioè dei termini d' onde si possa partire per regolarsi con sicurezza.

Sezione I.

Ove s'insegna ciò che fu praticato a Tolone per la costruzione di una sponda e di una cala fondata con cassoni all' asciutto.

La piazza che altre volte era in fronte all' Hôtel-de-Ville di Tolone essendo troppo stretta, si pensò che volendo formarvi una sponda rivestita di murazione, conveniva per la comodità pubblica e per l' abbellimento del

posto stabilire a 5 o 6 tese avanti nel mare il rivestimento proposto in un luogo ov' erano 20 piedi di profondità d'acqua, onde riempierne il di dietro con macerie che si andrebbero raccogliendo.

850. Gli allineamenti essendo stati marcati con pali di riscontro, vi si collocarono due macchine per escavare i porti, per levar via il fango fino al terreno fermo che fu appianato scandagliando frequentemente nei tempi di calma con piombi e pertiche, di cui si riportava sempre la misura ad un punto fisso. Questo fondo così disposto su tre tese di larghezza, vi si sparse uno strato di ciottoli e di scaglie di pietra per renderlo perfettamente a livello, la qual cosa si operò con tutta l'attenzione possibile.

851. Mentre si era intenti a questo lavoro si fecero dei cassoni di legname di circa 10 tese di lunghezza per 12 piedi di larghezza in opera e di 23 piedi d' altezza ben calafattati e intonacati di catrame. La figura 6, Tav. 25, rappresenta la pianta del fondo di una di queste casse; la 7, il suo profilo traversale; la quarta, la parte di uno de' suoi fianchi veduto internamente, e la quinta questo fianco stesso veduto esteriormente. Coll'ajuto di questo sviluppo, ove si distinguono sensibilmente i ritti A, le matere B, i bagli C, le chiglie D, il fasciame E, i ginocchi F, e le saette G che servono a fortificare gli angoli, si avrà una giustissima idea di queste specie di cassoni; la loro larghezza deve essere di circa 4 piedi di più che non sarà grossa la base del muro onde salvare un intervallo di due piedi fra le tramezze e le pareti della murazione che vi si vuol elevare.

Questi cassoni si fanno in modo da poter demolire comodamente i loro quattro fianchi quando la murazione è terminata affinchè tutti i pezzi di legname, eccetto quelli del fondo possano anche servire e formare la tramezza di un altro, perciò basta non formare le tramezze che per 2 o 3 cassoni soltanto onde non abbracciare ad un tempo che 30 o 40 tese di lavoro, e di mettere a profitto il tempo di calma che si avrà per compierlo interamente.

852. Fatti i cassoni furono lanciati nell' acqua, situati e ben assoggettati agli allineamenti della sponda e tenuti in equilibrio con funi che passano per anelli di ferro H inchiodati sui ritti, dopo di che vi si fecero entrare dei muratori che cominciarono a riempire i vuoti fra le controchiglie con malta di pozzolana e calce, sparsa di ciottoli e di pietrame; il tutto ben appianato s'innalzò il corpo della murazione a cui si diedero 8 piedi di spessore, e le pareti esterne fatte con pietre scelte di 10 a 15 pollici di rientranza, e di 8 a 9 di commessure quadrate, ed il resto dello spessore in pietrame ordinario, il più piano che si potesse trovare senza contrafforti, attesa la difficoltà che si sarebbe provata a caricare i cassoni dappertutto egualmente. Si continuò così per corsie regolari sempre con malta di calce e pozzolana, fino a due piedi sotto il livello delle acque medie del mare, lasciando interpolatamente delle immorsature per tutta l'altezza dei profili verso le estremità di ciascun cassone per fortificare la congiunzione dei pezzi di muratura, come in seguito dirassi; vedesi bene che si sopprimono i bagli a misura che s'innalza la murazione, e che vi si supplisce con puntelli serrati fra tavoloni applicati su le pareti e le tramezze per sostenerle contro la spinta dell'acqua quando le casse sono discese ad una certa profondità senza di che sarebbero in pericolo di sfasciarsi.

Questo lavoro devesi continuare giorno e notte senza interruzione colla maggiore attività possibile per prevenire gli accidenti che potrebbero suc-

cedere per ritardi fuori di proposito; quindi prima di cominciarlo fa duopo avere una grande quantità di operaj che si possono ricambiare ed essere muniti di tutti i battelli e zattere necessarie per facilitare le manovre.

853. A misura che i cassoni si profondano per l'aumento del massiccio che s'innalza, si osserva di continuo se si allontanano dall'allineamento su cui sono posti dapprima, e si raddoppia l'attenzione quando sono ad un piede dal fondo per correggerne i difetti. Quando tutto è ben rettificato, si fanno discendere affatto caricandoli del peso di una parte dei materiali che rimangono da impiegare onde avere ancora la libertà di muoverli per drizzarli secondo il bisogno, sollevandoli da una parte piuttosto che dall'altra.

Continuata la murazione fino a due piedi sotto il livello delle acque medie si lascia riposare qualche tempo acciò faccia corpo, poscia si abbattono tutte le tramezze onde mettersi in istato di congiugnere le parti dei muri che si trovano separate per intervalli di circa due piedi per ciascheduna.

854. Avendo preparato un gran numero di palanche di sufficiente larghezza e lunghezza armate di punte e di viere se ne piantano alcune al massimo rifiuto del martino, ben congiunte insieme ed applicate contro le pareti interne ed esterne per chiudere i lati di ciascun intervallo o vuoto lasciatovi dalla soppressione delle tramezze adiacenti. I cassoni così formati riempionsi di smalto sparso di ciottoli per legare insieme i pezzi di murazione coll'ajuto delle immorsature che si sono lasciate nei profili; allora le parti che erano separate non formando più che un massiccio solo, si appiana per tutta la sua estensione con due corsie di pietre di rivestimento ciascuna di un piede di altezza e il di dietro munito come al solito, dopo di che se ne eleva quanto conviene sopra il livello delle acque fino all'ultima che serve di copertura che si lega con ramponi, come indica la figura 2, Tavola 26.

855. Presso a poco è questo il modo onde gl'ingegneri piemontesi cominciarono a costruire i fondamenti del molo superiore del porto di Nizza, murando in cassoni contigui di circa 7 tese in quadrato, per 33 piedi di profondità, come si può vedere dalle figure 2 e 4 della Tavola 22, che dimostrano come su questa fondazione inchiavata in un massiccio di pietre perdute si è elevato il terrapieno da noi menzionato all'articolo 652.

856. Nei porti del Mediterraneo si fa uno o più scali, che sono luoghi situati su le sponde della spiaggia presso un cantiere di costruzione dei vascelli che servono a lanciarli in mare. Siccome uno scalo serve pure a tirarli a terra per accomodarli, cominceremo a considerare le cose in questo caso, come vedesi rappresentato dalla figura 1, Tavola 27, ove il massiccio A B indica lo scalo di cui parliamo, L M il cantiere di costruzione formante con essa uno stesso piano A G su cui vi è un vascello che vi si è tirato con la manovra seguente.

Si supponga che questo vascello appoggi sopra un'armatura di legname D E, che lo tiene in equilibrio quando è fuori dell'acqua acciò si sostenga meglio sul suo cantiere con puntelli che si cacciano a destra ed a sinistra per servire ad esso di appoggio, quest'armatura è assoggettata a tre vasi C F che sono pezzi di legno di 20 ai 22 pollici di squadratura che si stendono per tutta la lunghezza del vascello, uno a destra l'altro a sinistra della chiglia ed il terzo precisamente al di sotto onde servire di

appoggio ai pezzi che vi si frammettono; il vascello è abbracciato da un cintura di grosse funi KF, corrispondenti agli attrezzi necessarj ed ha 8 ruote I, ed altrettante taglie e varj rocchetti di ghisa per mezzo de' quali questo vascello è tirato sul suo cantiere mediante il ponte GH, che porta le funi, le carrucole, ecc. Inoltre si suppone che questo scalo sia coperto da una scala di legname su cui sono posati i vasi che sosteogooo il vascello acciò oon striscino su la murazione.

857. Tolone avendoci finora somministrato degli esempj per le principali opere che si fanno nei mari, aventi poco o nessuo flusso e riflusso, noi vi ricorreremo parlando di uno scalo fatto ad incassatura ed a secco nell' isola dell' alberatura.

Per averne una giusta idea bisogna immaginare un massiccio di murazione avente la figura di uo cuneo, formante un piano inclinato la cui base è 30 tese circa di luoghezza per 4 di larghezza, con 16 piedi di altezza e 4 di spessore all' estremità, il tutto stabilito in rispetto al fondo del mare con uo graticolato, di modo che la sommità di questo cuneo sfiori il livello delle acque medie; allora la piattaforma del cantiere so- cui posa il vascello si trova oel prolungamento della superficie dello scalo, l' ono e l' altro oon componendo più come abbiam detto che uno stesso piano inclinato, la cui altezza deve essere la quattordicesima parte della base, il che corrisponde a 5 pollici di scarpa, ogni tesa lineare, affinchè quando si lancia un vascello con una manovra molto ingegnosa e degna di ammirazione, possa strisciare di seguito fino all' istante in cui è interamente a galla, senza ricevere ciò che gli uomini di mare chiamano *colpo di tallone;* siccome in questo tempo non vi è verun carico estraneo, bastano 16 piedi d' acqua pei vascelli di primo ordine, perocchè dopo sono condotti in un altro luogo ove ne pescano di più.

858. Dopo questa leggiera spiegazione noo si avrà fatica a comprendere la pianta ed i profili dello scalo, Tavole 26 e 27, ove non è espresso che per circa la metà della sua lunghezza corrispondente alla sommità, perocchè avrebbe occupato troppo spazio se si avesse voluto darlo tutto intero a meno di ridurlo ad una scala più picciola che avrebbe reso meno sensibili le parti; ma ciò che se oe vede bastando per giudicare del resto, passeremo a ciò che avrebbe dovuto seguire nella sua costruzione senza curarci di ciò che si è operato effettivamente, perocchè non si è avuto riguardo a molte circostanze essenziali che qui diamo per massime. Si è sbagliato 1.° dando ad esso troppo pendio, d' onde risulta molta difficoltà a far montare i vascelli che si vogliono mettere a terra; 2.° non si è data bastante lunghezza, il che priva le navi di avere tant' acqua quanta ne occorre ad esse per esservi lanciate senza niun sinistro; 3.° essa non ha che tre tese di larghezza invece di quattro che occorrono per manovrare più comodamente; ed ecco altrettante considerazioni che l' esperienza rese indispensabili e che sfuggirono nel costruire questo scalo; conveniva farle conoscere perchè non sieno trasandate.

Per fondarlo si è cominciato a scavare il terreno fino al buon fondo per 36 tese di lunghezza, col soccorso delle macchine da nettare i porti dandogli 4 piedi di declivio ben appianato, dall' orlo della spooda fino al luogo ove doveva terminare la cala, cosicchè verso il cantiere aveva 18 piedi sotto le acque medie e 22 nella parte inferiore.

Si fecero tre cassoni ciascuno di 10 tese di lunghezza, la cui profondità fu regolata in modo che essendo messi a sito le loro sponde sormontassero dovunque per 4 piedi la superficie dell'acqua, mentre il loro fondo seguirebbe il precedente declivio; quindi allorchè essi furono posati capo per capo onde comporne uno solo di trente tese di lunghezza, la sue profondità si trovò di 22 piedi verso il cantiere e di 26 all'altra estremità, acciò a questo luogo la parte inferiore dello scalo che doveva avere 4 piedi di spessore di muratura e due per quella del graticoleto, fosse sormontata da 16 piedi d'acqua.

859. Per assoggettare questi cassoni in una situazione contigua ed immobile si rinchiusero in uno spazio di 32 tese di lunghezza per 10 di larghezza e furono cinti da pali posati e 4 piedi d'intervallo da un centro all'altro, e mantenuta da due corsie di appoggi contro i quali si sono attaccate delle palanche per fare una paratia a 6 piedi di distanza intorno all'incassatura, il tutto appianato alla stessa altezza.

Allorchè partendo dal cantiere se ne ebbero piantati a destra ed a sinistra per la lunghezza di circa 10 tese, e che la murazione fu elevata fino ad una certa altezza in ciascun cassone, si calò a fondo la prima facendovi entrar l'acqua gradatamente onde non appoggiarla stabilmente se non dopo aver prese tutte le necessarie misure onde si trovasse diretta convenientemente, dopo di che si riempiè di terra grassa l'intervallo che era fra essa e la paratia, onde serrarla in modo che le scosse più violenti del mare non potessero smuoverla.

Gli altri cassoni essendo stati ben allineati e guarentiti come precedentemente, con una serie di palanche e di terra grassa, se ne esaurì l'acqua con le quattro trombe che ciascuna conteneva dopo di che furono soppresse le tramezze che le separavano per legare le parti della murazione avendo riguardo alla scarpa di un quattordicesimo che doveva aver la superficie dello scalo, come dimostrano i disegni, ove non appare più rinchiusa che in un cassone solo, perocchè i fianchi longitudinali dei precedenti erano stati disposti per essere congiunti gli uni agli altri.

860. Non si può negare che questa pratica non abbia il suo merito per molti riguardi, poichè i muratori non essendo più separati in cassoni diversi, hanno altrettanta facilità per manovrare come se fossero in terra, perocchè tutte le trombe restando a sito mantengono l'incassatura sempre a secco, tanto più che l'acqua non può filtrare che pel fondo e non pei fianchi che l'interramento di argilla rende del tutto impenetrabili. D'altronde si deve valutare assai il vantaggio di lavorare ad agio e quindi di dare all'opera tutta la fattura che merita e di lasciar poscia riposare quanto si vuole, non abbattendo l'inviluppo se non quando si è certi di non aver nulla a temere. Vedendo la necessità di premunirsi così per istabilire questo scalo senza curarsi della spesa che esigerebbe l'involucro, perocchè è verosimile che se si avesse potuto farne di meno, si avrebbe agito meglio.

861. S'incontrano delle posizioni ove avendo tutto da temere dagli effetti del mare agitato è prudente non risparmiar nulla per assicurare la solidità del lavoro, specialmente quando essendo prolungato in isporto non è appoggiato ai fianchi, per timore che seguendo una mal intesa economia si abbia il rammarico di vederle distruggere e ricominciare più volte come avviene di spesso, invece che se si fosse applicato semplicemente, come si

è fatto alle sponde innanzi all'Hôtel-de-Ville, sarebbe stato difficile assoggettare al fondo dell' acqua dei cassoni caricati inegualmente ed accordare così bene le teste di murazione degli scali che la superficie non formasse più che un solo piano inclinato perfettamente unito.

Comunque sia quest' esempio non può essere che utilissimo nelle occasioni in cui si avrebbero da temere eventi sinistri, lasciando all' arbitrio di quelli che formeranno dei progetti il seguire uno piuttosto che l' altro dei due metodi precedenti, secondo la conoscenza che avranno delle località.

Aggiugneremo soltanto che la murazione di uno scalo deve essere lavorata con maggior cura di verun' altra atteso l' enorme peso di cui deve essere caricata e la difficoltà di ripararne i guasti; perciò converrebbe rivestirla di pietre posate alternativamente in fascia ed in chiave, come s' insegna all' articolo 320, onde non impiegare ramponi di ferro che irrugginiscono nell' acqua e si riducono a nulla pochi anni dopo.

Sezione II.

Ove si descrive in qual modo si sono fondate con cassoni le pile del ponte di Westminster.

862. Siccome il vero mezzo di approfittare dell' esperienza e delle cognizioni dei grandi maestri è quello di seguire a passo a passo ciò che hanno eseguito di rimarchevole, credo bene di non potere offrir nulla di più interessante di ciò che è stato praticato dal celebre Carlo Labelye, ingegnere al servizio dell'Inghilterra, per fondare con cassoni le pile del ponte di Westminster, onde comprendere in questo capitolo tutto ciò che ho potuto raccogliere su questo modo di lavorare nell' acqua. Io mi sono proposto dapprima di non farne menzione se non verso la fine di questo volume, ove insegno la costruzione dei porti in generale; ma avendo riflettuto che in materia d'architettura idraulica, ciò che si fa per un caso particolare può applicarsi a molti altri, e che questo soggetto presentava un gran numero d' istruzioni utilissime, mi è sembrato conveniente non collocarlo altrove, onde aver occasione di mostrare il partito che si può ritrarne nei fiumi che crescono e decrescono secondo il flusso ed il riflusso del mare ove si scaricano, come il Tamigi su cui è costrutto il ponte di cui si parla. Aggiugnerò che quanto ne riferisco è estratto da una Memoria scritta in inglese da Labelye stesso per spiegare il metodo da lui seguito, e tradotta in francese da Montigny, membro della reale Accademia delle Scienze.

863. Per facilitare l' intelligenza di ciò che si è veduto giova sapere 1.° che nel luogo del Tamigi ove si è elevato questo ponte l' altezza delle acque basse è circa 6 piedi; e che le maggiori escrescenze non salgono oltre i 15, mentre le più comuni sono circa 11 piedi; 2.° che a 3 o 4 piedi sotto il letto del fiume si è trovato un fondo di ghiaja di uno spessore considerevole, poichè avendolo scandagliato fino a 14 piedi di profondità diveniva tanto più duro che non si penetrava più innanzi; 3.° che il

ponte è composto di 12 pile portanti 13 arcate a tutto sesto, la cui origine è elevata un piede sopra il livello delle acque più basse; 4.° che le due pile di mezzo hanno 17 piedi di spessore, e le altre vanno decrescendo da destra a sinistra di un piede per ciascheduna; tutte poi sono fondate a 5 piedi sotto il letto del fiume. Si osserverà ciò che è stato praticato per una delle due prime, che formerà l' oggetto di questa sezione, essendo le altre state fondate del pari.

864. Labelye avendo riflettuto maturamente sul metodo che seguirebbe per fondare le pile del ponte che doveva innalzare, come sarebbe riescito dispendioso l' uso delle ture che farebbero perdere molto tempo senza alcuna speranza di poter mettere all' asciutto lo spazio che rinchiudevano perocchè il fondo essendo ghiajoso, l' acqua sarebbe filtrata sempre a traverso e per di sotto della tura per quanto potesse essere ben ordita, ed in sì grande abbondanza da non poter giugnere ad esaurirle; alla qual cosa fa duopo aggiugnere le difficoltà di mantenere le stesse ture in buono stato e di sostenerle contro l' agitazione del Tamigi quando è tormentato dai grandi venti che ne sollevano le acque fino a 23 piedi di altezza; ma quand' anche fossero state limitate a 15 piedi e che tutti gl' interstizj presi insieme non si fossero trovati equivalenti che ad una sola apertura di 6 pollici quadrati, che è il meno che si possa supporre, sarebbe avvenuto, secondo il calcolo di Labelye che avrebbero dato ogni ora 770 moggia d' acqua circa, e per conseguenza più che non ne potrebbero vuotare 150 uomini che lavorino giorno e notte a muovere le migliori macchine senza essere esenti dalla tema di vedere la tura e forse l' opera stessa subitamente distrutta da una straordinaria escrescenza, come se ne hanno troppi esempj.

865. Sono queste e molte altre che io taccio le considerazioni che determinarono quest' abile ingegnere a lavorare a cassoni, adoperando tutte le precauzioni che potevano assicurargli un successo compiuto. Infatti il lavoro è stato condotto con una saggezza che prova la sua sperienza e l' estensione della sua capacità, avendo preveduto fino i più piccioli accidenti per mettersi in istato di non temerne le conseguenze; se ne giudicherà dai seguenti dettagli la maggior parte de' quali potranno essere applicati in simili casi. Prima di venire a ciò fa duopo osservare le figure 3 e 4, Tavola 28, comprendente la pianta ed il profilo dell' origine di una delle pile rinchiusa nel suo cassone, il cui fondo serve di graticolato ed i fianchi sono costrutti in modo da poterli staccare e levare tosto che la murazione trovasi elevata sopra le acque più alte.

I cassoni dovendo avere 16 piedi di altezza, 80 di lunghezza e 30 di larghezza onde serbare uno spazio di 5 piedi per manovrare liberamente intorno alla pila; Labelye previde la difficoltà di lanciarli nell' acqua senza danneggiarli e immaginò, che non vi fosse miglior espediente che quello di costruirli uno dopo l' altro sopra una specie di ponte eretto sul fiume stesso alla sponda più comoda, di modo che lo spianato che lo porterebbe, potesse volendosi piegare orizzontalmente e discendere nell'acqua in modo che i cassoni si mettessero a galla da sè onde poterli condurre come un battello fino al luogo ove si dovevano fermare; secondo quest' idea fece fare 12 telaj mobili come A B C D, figura 2, per far le veci di cavalletto elevato due piedi sopra le grandi escrescenze ordinarie. Le travi E F di questi telaj furono rotondati al di sotto per facilitarne il movimento e ciascuna appoggiata

contro due pali G piantati espressamente per ciò in guisa che questi telaj collocati paralellamente gli uni agli altri alla distanza di 7 piedi, potevano inclinarsi insieme e poscia essere raddrizzati senza che le travi uscissero di posto. Per trattenerle verticalmente furono legate da travicelli H, figure 1 e 2, che si sopprimevano a piacere tirandoli con funi.

Quest'armatura comunicava verosimilmente con un ponte all'officina dei carpentieri per tirarne i legnami in istato di essere commessi, il che si fece cominciando dai pezzi del graticolato che furono posati sopra tasselli attaccati al cappello dei telaj, onde avere un rialzo che facilitasse la soppressione dei travicelli, allorchè il cassone trovandosi terminato si voleva mettere a galla, il che si faceva col mezzo di funi attaccate alla testa dei cavalletti per inclinarli tutti insieme, come si vedono nella figura 1, ove il cassone è esposto e veduto parte pel di fuori e parte al di dentro, il che è facile da immaginare.

866. Terminato il graticolato che doveva servire di base alla pila, come dimostra la figura 5, che ne rappresenta una metà un poco più in grande di quelle della precedente, si lavorò a costruire le sue faccie composte di lunghi pezzi di legno d'abete I di 12 per 12 pollici di squadratura, posati orizzontalmente gli uni sopra gli altri, e serrati insieme con cavicchie e coi pezzi incassati uno nell'altro a tutti gli angoli L del cassone eccetto ai due angoli saglienti K, ove gli spigoli erano legati da pezzi di ferramenta attaccate con viti, levate le quali si apriva il cassone separando le due faccie KL che chiudevano le sue estremità.

Tutti i fianchi furono rivestiti pel di fuori e internamente con tavole LM di tre pollici di spessore posate verticalmente per incrociare i pezzi precedenti formanti con esse uno spessore di 18 pollici e 15 soltanto verso il margine superiore. Per assicurare la solidità di ciascun angolo ottuso L, vi si sono attaccati tre ginocchi R di quercia, il primo de' quali si distingue nella pianta, figura 4 e 5; così disposti i fianchi si attaccarono solidamente al graticolato coll'ajuto di 46 colonne N, ciascuna di 8 pollici di larghezza per 3 di spessore; 28 di queste pezze erano posate verticalmente al di fuori e 18 internamente nei cassoni. Esse avevano alla sommità una specie di mensola, appoggiata al margine superiore per tenerle a sito, e l'estremità inferiore tagliata a coda di rondine incassata alle sponde del graticolato a intaccature fatte espressamente per riceverle ed esservi fermate con cunei di ferro in guisa che si potevano staccare le faccie dei cassoni e levarne i legnami togliendo i cunei come in seguito dirassi. Aggiugnerò che per impedire che la spinta dell'acqua ove erano immersi i cassoni non ne sprofondasse i fianchi appoggiati inferiormente ad un corso di lisse larghe 14 pollici per 7 di spessore, attaccate sul graticolato coll'orlo superiore sostenuto da traverse o chiavi P posate di distanza in distanza che servono pure a sostenere un tavolato per facilitare il trasporto de' materiali, come dimostra la figura 6. Si aggiunsero anche delle saette Q appoggiate da una parte contro la pila stessa a misura che s'innalzava e che i cassoni discendevano nell'acqua; tutte le commessure furono ben calafattate ed incatramate con la stessa cura che si fa per i battelli; esso era armato al di fuori di molti anelli di ferro K per fermarlo nella posizione in cui doveva rimanere. Inoltre in una delle faccie si praticò un pertugio O, figura 1, chiuso da una paratoja che s'innalzava ed abbassava per mezzo

di un martinetto come nelle porte delle chiaviche onde far entrare l'acqua nei cassoni quando si voleva calarle a fondo. Siccome vi erano 4 trombe collocate negli angoli ottusi, esse davano la comodità serrando di nuovo il pertugio, di asciugare i cassoni e farli risalire.

867. Si è veduto all'articolo 301, che l'ingegnosa macchina di Vauloüé, destinata a battere i pali, era stata impiegata per la prima volta nel ponte di Wesminster; Labelye ci fa sapere che avendone conosciuto il merito, l'avea fatta costruire con molta accuratezza e pesare su le sponde di due grandi battelli, zavorrati in guisa da rendere il palco galleggiante tanto solido quanto lo poteva essere. Siccome il martino pesava 170 libbre, provò dapprima che non impiegando che due cavalli dava 48 colpi all'ora cadendo da un'altezza media di 20 piedi, e 70 applicandovi tre cavalli con un effetto che trovò superiore a quello di tutte le altre macchine di questa specie. Ma avendo fatto levigare con maggior cura di quella che si usa per solito, tutte le parti che strisciavano le une su le altre, accadde dopo qualche tempo che le funi essendo divenute più flessibili, l'azione di questa macchina divenne più considerevole, specialmente quando la caduta del martino non era che di 8 o 10 piedi, allora tre cavalli che camminavano a passo ordinario davano cinque colpi ogni minuto.

868. Essendo pronto il cassone per essere varato si scavò il letto del fiume nel luogo ove doveva essere collocato: questo scavo si fece fino alla profondità di 6 piedi, per trovare il fondo buono sopra uno spazio di 10 piedi più lungo e più largo della base del cassone, affinchè dopo compita la fossa si stendesse per 5 piedi tutt'all'intorno col margine a scarpa perchè le terre non vi ricadessero. Per dirigere regolarmente questo scavo si fece uso di un gran numero di segnali ciascuno dei quali era composto di una pietra di circa 15 pollici in quadratura per 3 di spessore, traforata nel mezzo per ricevere una pertica ben retta lunga 18 pollici, divisa in piedi e pollici dalla base della pietra; quella pertica era colorita in rosso e colle divisioni segnate in bianco onde distinguere meglio la misura compresa fra il fondo che si appianava e la superficie dell'acqua, ed avendo applicato questi segnali successivamente su tutte le parti del fondo con molta cura e precisione, compito lo sterro, non si trovò alcun punto fuori di livello.

869. Per impedire che il fiume trascinasse immondizie o limo in tale escavazione, si sono piantati dalla parte superiore a 10 piedi al di qua della sponda paralelli ai paraghiacci anteriori, dei piccioli pali T; lungo i quali erano praticate delle incavature per ricevere delle paratoje fermate da tasselli, cosicchè formavano insieme una controguardia i cui pali non eccedevano che di 4 piedi il livello delle acque basse. Ma prima di venire a ciò si aveva avuta la precauzione di formare una cinta tutt'all'intorno dello stesso terreno piantando ogni 7 piedi paralellamente alla traccia della pila, ed a 30 piedi di distanza degli altri pali V più forti, per guarentire l'opera dall'urto dei grandi bastimenti, e per impedire i piccioli di avvicinarvisi troppo. Questi pali infilavano degli anelli di legno o di ferro attaccati a lunghi alberi galleggianti X, che s'innalzavano e si abbassavano con la marea; ad onta di ciò rimaneva uno spazio grande abbastanza da servire di asilo ai piccioli battelli destinati al trasporto dei materiali. Labelye osserva in tale occasione che non furono impiegati se non 48 pali alla co-

atruzione della seconda cinta, 22 piccioli e 26 grossi, che poscia furono levati per impiegarli altrove, mentre a formare delle ture ne sarebbero occorsi quasi 1000 oltre le palanche, le traverse, l'argilla, ecc. che avrebbero cagionato immense spese. Egli aggiugne che per questa pila e per le altre seguenti si è servito dei grandi pali V dalla parte superiore per preservare lo scavo dal fango e dalle immondizie che il fiume vi poteva deporre, come vedesi della figura 3, attaccandovi delle tavole che facevano le veci della controguardia T T, per maggiore economia di tempo e di spesa, e che in seguito ha pure soppresso i pali piantati paralellamente ai lunghi lati L L della prima pila essendosi appagato di chiuderle con cassette Y piene di ghiaja che si calavano al fondo dell' acqua, o semplicemente con lunghi alberi X attaccati ai pali di guardia.

870. Dopo aver prese tutte queste precauzioni, il cassone fu lanciato nell' acqua senza toccare i muri di sponda, lungo cui bisognava muoverlo, perchè vi si era proveduto col mezzo di una gabarra ancorata fortemente nel fiume alla distanza di 200 piedi dal sito ove i cassoni si dovevano immergere nel fiume. Due funi partendo dal davanti e dal di dietro di questa gabarra, e che corrispondevano ai due fianchi del cassone, bastarono per governarla fino al luogo ove doveva essere calato al fondo, allora essa fu fermata nella posizione conveniente per mezzo di 6 lunette Z di legno, attaccate ad altrettante funi, legate agli anelli K de' suoi rostri anteriori, osservando che queste lunette che erano infilate ciascuna in un forte palo, potevano nel galleggiare, salire o discendere col cassone secondo la marea: poco dopo i muratori posarono la prima corsia che fu inchiavata e lavorata con gran cura.

871. Prima di continuare la murazione si aprì la paratoja del pertugio O nel tempo delle acque basse per calare a fondo il cassone onde esaminare come si stabilirebbe; si riconobbe che era entrata della terra nello scavo a motivo di un battello che maliziosamente si era fatto arrenare presso il lavoro. Frattanto, chiusa di nuovo la paratoja in meno di due ore, le trombe vuotarono l' acqua del cassone che fu messo a galla come prima, per levare la terra; in questo tempo i muratori innalzarono la seconda e la terza corsia, dopo di che fu di nuovo calato a fondo il cassone per vedere se si appoggerebbe a livello e se la pila incontrerebbe perpendicolarmente alla linea del mezzo del ponte; il che essendosi trovato tanto esatto quanto si poteva desiderare, il cassone è rimasto stabilmente in tale posizione. Giova osservare che durante le maree l' opera era interrotta perchè si lasciava sempre aperta la paratoja onde l' acqua entrasse nel cassone; altrimenti sarebbe avvenuto che quella di fuori trovandosi più elevata contro uno dei suoi rostri, che contro il suo opposto avrebbe potuto distoglierla dalla sua vera posizione senza poterlo rimettere a galla per rimediarvi. Ma circa due ore prima del tempo del basso mare si richiudeva la paratoja e per mezzo delle trombe si regolava l' acqua del cassone come si credeva a proposito, tenendola sempre ad una profondità sufficiente per lasciare ai muratori la libertà di stabilire e di inchiavellare nuove corsie, e di non ritirarsi se non al momento che la marea li costringeva; e così si continuò finchè la murazione si trovò elevata a due piedi sotto il livello delle acque basse, durante le quali potevano allora lavorare senza incomodo veruno.

872. Vedesi che non avendo dato che 16 piedi d'altezza al cassone per

evitare una spesa inutile, e dei quali ve n'erano 6 al di sotto del letto del fiume, esso era sommerso qualche piede colle alte maree, ma senza il minimo inconveniente nè per l'opera, nè per la sicurezza dei muratori che poscia approfittavano di tutti i momenti favorevoli, lavorando costantemente giorno e notte in tutte le basse maree, malgrado il freddo ed il cattivo tempo.

Innalzata la pila fino alla corsia che ne doveva formare la corona, senza che dal principio del lavoro sia succeduto verun accidente, tranne di quelli ai quali si poteva rimediar facilmente, i legnami che componevano i fianchi del cassone furono staccati, messi a galla e condotti sul cantiere di costruzione e poscia adattati ad un altro graticolato pronto a riceverli per formare un nuovo cassone. D'altronde i pali che circondavano la pila sono stati strappati, tutta l'armatura provvisoria demolita e trasportata unitamente alle macchine nel luogo ove si doveva stabilire la seconda pila che fu costrutta con altrettanto successo della prima, prendendo le stesse precauzioni; perciò non mi vi arresto, come pure al restante del ponte, limitandomi a quest'ultimo esempio del modo di fondare a cassoni di cui si potrà fare l'applicazione per quell'opera che si vorrà, unendo ciò che contiene questa sezione con una parte di quelle cose che si sono vedute nella precedente, secondo le circostanze dei luoghi e la natura dell'opera; perocchè potendo dare ai cassoni la figura che si vorrà, unirli o stabilirli separatamente, mi basta aver offerto agli uomini dell'arte delle idee generali che possono ad essi farne nascere di convenienti ai progetti che dovranno formare.

Sezione III.

Osservazioni sulla fondazione fatta all'asciutto a cassone, secondo i metodi precedenti ed anche con cassoni prismatici.

873. Quantunque le diverse maniere di fondare a cassone, di cui abbiamo parlato finora, possano aver luogo in infinite circostanze in cui si troverà il terreno solido a qualche piede di profondità sotto il letto delle acqua, importa molto di osservare che quando si tratterà di una fondazione destinata a sostenere un grande peso di murazione, come una torre od un fanale molto elevato, non bisogna calcolar tanto su la bontà del fondo che non si prendano giuste misure per prevenire gli abbassamenti, a meno che l'opera non sia appoggiata ad un banco di roccia o di tufo, specialmente se si trattasse delle pile di un ponte, ove non bisogna mai che le une si abbassino più delle altre; perocchè se sono in gran numero per corrispondere alla larghezza del fiume, è raro che il fondo si trovi dovunque assolutamente lo stesso, che se ciò non s'incontrasse è molto periglioso che succedano de' sinistri accidenti come nel ponte di Westminster ove una pila avendo ceduto produsse la rottura di due arcate.

874. È vero che quest' accidente fu subito riparato, ma siccome tutti non sono egualmente disposti a rendere giustizia a coloro che avendo fatto

per economizzare l' erario regio, hanno sbagliato in qualche cosa, si cessa d' aver riguardo alla savezza del motivo per non considerarlo che dal lato cattivo. Quindi al menomo dubbio non si deve esitare a palafittare tutte le pile, non potendo farlo per alcune se non si segue la stessa pratica per le altre; altrimenti ne risulterebbe anche un abbassamento ineguale. Si osserverà la massima stessa per una fondazione contigua, affinchè abbia per tutta la sua estensione dei punti d' appoggio di resistenza eguale; questa condotta è così naturale che si farebbe a meno di prescriverla se non si avessero numerosi esempj ove si videro fallite delle opere d' importanza per non averla seguita; che se uomini sperimentati ed istrutti l' hanno potuta trascurare, non abbiamo ragione di avvertire gli alunni del pericolo di non avere bastante circospezione?

È presumibile che coloro che agirono un po' troppo alla buona si sieno fatti una grande difficoltà di poter senza ture ed esaurimenti tagliare i pali a 6, 7 od 8 piedi sotto il letto delle acque per appoggiare a livello il graticolato sopra la loro testa, e riempiere bene con buona murazione gl' intervalli delle stesse pile in modo che il tutto non componesse più che un corpo solo; ma si può operare altrimenti come vedrassi.

875. Suppongo che si voglia fondare con cassoni o nel mare o in un fiume, e che avendo scavato con le macchine fino a 6 o 7 piedi di profondità sotto il letto per toccare il fondo solido, non siasi trovato ovunque di eguale consistenza; in questo caso credo che non si possa far nulla di meglio che piantare delle palanche o piuttosto dei pali congiunti tutti all' intorno dello spazio che deve occupare la fondazione in guisa che la sommità di questo recinto sia più bassa che si potrà sotto il livello delle acque magre. In seguito bisogna battere dei pali così serrati come crederassi conveniente in tutta la capacità che si sarà inviluppata, il che si farà nell'acqua, pure facendo uso di falsi pali di lunghezze diverse, commessi solidamente con la testa dei precedenti, senza curarsi se dopo che rifiuteranno assolutamente il martino si trovano per qualche pollice più elevati gli uni degli altri, purchè i più sporgenti s' incontrino un piede sotto quelli del perimetro che lo saranno meno. Al che si giugnerà senza fatica facendo alcune sperienze per giudicare della profondità a cui si pianteranno e per conseguenza dell' altezza che bisognerà dare ad essi per non eccedere il termine a cui debbono spuntare, che non deve oltrepassare la profondità dello scavo che si sarà fatto dapprima.

Ciò ben inteso, si getteranno delle pietre perdute miste a ghiaja tutt'intorno all' esterno recinto per colmare perfettamente lo spazio che si troverà fra esso e l' orlo dello scavo, profondandoli con mazzapicchi di ferro a lungo manico, mossi se occorre da una macchina; se ne spanderanno pure in pendio sopra i precedenti fino all' altezza all' incirca del recinto onde fare ad esso una sponda.

Dopo questa disposizione si riempirà di smalto misto a ciottoli come si è insegnato all' articolo 843, tutto il vuoto che avranno lasciato le palafitte della fondazione, battendolo col mazzapicchio a misura che si getterà, avendo sempre lo scandaglio alla mano per non lasciare nessuno spazio che non sia ben munito, dopo di che si terminerà tutta l' opera con uno strato di smalto grosso un piede, ben appianato a livello sopra la sommità dei pali più eminenti. Avendo lasciato prender corpo a questo massiccio per

qualche mese vi si poserà sopra uno o più cassoni nei quali s' innalzerà la murazione, come si è insegnato precedentemente, senza tema che l' opera manchi pei fondamenti, perocchè i pali all' intorno trovandosi immersi nell' acqua induriranno sempre più come l' esperienza dimostra, e quand'anche avessero da imputridire, poco importa, perchè allora la fondazione avrà acquistato una solidità indissolubile da non temere gli assalti del mare o le correnti di un fiume, perocchè il piede ne sarà troppo basso e ben munito per riceverne l' impressione.

Vedesi che seguendo questo metodo non si ha bisogno d' appianare i pali nè di piantarli in relazione ai correnti e traverse del graticolato, nondimeno siccome possono incontrarsi delle occasioni da doverli tagliare tutti ad una stessa altezza, benchè immersi ad una grande profondità d'acqua, ho concepito diverse idee di macchine per provvedervi, ma di cui non sono bastantemente certo del successo per esporle, specialmente dopo che Perronet, direttore della scuola reale di Ponti e Strade a Parigi, mi ha mostrato il modello di quella che perciò ha immaginato, la quale mi è sembrata semplice del pari che ingegnosa; l' avrei volontieri rifrieta in quest' opera se fosse stata esperimentata in grande, perocchè l' esperienza è la pietra di paragone delle macchine, ed è soltanto per essa che che si può giudicare del loro vero effetto; perciò ho amato meglio aspettare che l' evento abbia confermata l' opinione che ne hanno gli uomini abili.

876. Non volendo omettere veruno dei mezzi di fondare senza ture od esaurimenti, eccone un altro ancora che potrà avere il suo buono in molte occasioni. Supponiamo che si voglia fondare un molo o qualsiasi altr' opera in un luogo ove la scogliera occuperebbe troppo spazio per l' estensione che si dovrebbe dare alla sua base, ovvero che la pietra sia troppo scarsa ne' dintorni per raccoglierne una quantità sufficiente, ma che invece ai abbondasse di ciottoli. In questo caso si possono mettere a profitto le tavole procedenti dalla demolizione delle vecchie navi per formare delle casse prismatiche C A B D E F, tav. 10, fig. 14 e 16, composte di tre rettangoli eguali come A D E B, formanti congiuntamente due triangoli equilateri ed opposti A B C D E F che servono di fondo; ciascuna base A B di una delle faccie potrà avere due piedi per 6 di altezza B E.

L' uso di questi cassoni è quello di empierli di smalto misto a grossi ciottoli, di chiuderli poscia ed immergerli nell'acqua immediatamente dopo osservando di disporli nel modo seguente.

877. Scavato il fondo per levarne la ghiaja ed appianato ben a livello, si comincierà a calare a fondo secondo la linea marcata sopra la superficie dell' acqua corrispondente ad I K una quantità di cassoni marcati G, posati dappresso in guisa che facciano testa all' alto mare od alla corrente se sono in un fiume. Dietro questo ordine se ne poseranno altri capo per capo per riempire lo spazio I K L, in guisa che i vuoti che lascieranno fra loro formino altrettanti solchi ben retti, il che non è d'impraticabile difficoltà lavorando in tempo di calma e facendo discendere questi cassoni con funi per non abbandonarli se non dopo aver osservato con lo scandaglio se sono ben situati. Si riempiranno questi solchi con altri cassoni H posati in senso contrario ai precedenti, cioè in modo che le loro basi sieno in alto e le loro teste fermate al basso; per far bene bisogna che sieno di lunghezza eguale onde riescano le giunture alternate.

Terminato questo primo strato se ne farà un secondo disposto del pari, con la cura di praticarvi una risega di 6 pollici sul davanti e di un piede sui fianchi. Si collocano queste casse in modo che le perpendicolari dei triangoli si trovino comprese negli stessi piani verticali che attraversano la fondazione, onde in tutti i sensi i cassoni restano colle commessure alternate, come nelle murazioni fatte con pietre apparecchiate.

Si continuerà gradatamente a formare le altre corsie P Q, R S, T V, e così di seguito, alle quali si faranno delle riseghe paralelle a quelle della seconda fino all'ultima X Z che deve terminare a due piedi sotto il livello delle acque più basse, ove si avrà uno spianato per innalzare quell'opera che si vorrà, perocchè prima di cominciare la fondazione è presumibile che se ne sarà proporzionata la base alla capacità che deve avere la sua parte superiore ed alle diminuzioni che saranno prodotte dalle riseghe. Conviene posare un forte graticolato su questo spianato per appoggiare solidamente l'opera onde prevenire gli abbassamenti, quando il legname dei cassoni diminuirà, specialmente se fosse roso dai vermi, come si disse nell'articolo 701. È vero che tale abbassamento non può essere considerevole, perocchè il moto del mare o la corrente del fiume deporrà della sabbia ed altre materie nelle commessioni a misura che potranno introdurvisi; ma in tal caso bisogna sempre considerare le cose dal lato più sinistro.

Se al contrario della nostra prima supposizione si fosse in un paese ove la pietra scelta fosse molto comune e si potesse avere con poca spesa al piede dell'opera, si potrebbe tagliare a prismi ed impiegarla invece dei cassoni disponendola ugualmente, e per conseguenza stabilire senza malta una fondazione delle più solide, poichè così disposte a pietre non usciranno mai dal loro posto.

878. Si possono anche coricare dei grossi alberi nel fondo del mare per tutta la larghezza che si vuol dare ad una fondazione, metterli testa a testa, se la loro lunghezza non è sufficiente, onde formarne degli ordini disposti paralellamente gli uni agli altri alla distanza che si giudicherà più conveniente, come a 3 o 4 piedi, e munirne gl'intervalli con ogni specie di pietre miste a ghiaja ed appianate al livello degli alberi. Su questo graticolato se ne stabilirà un secondo con altri alberi posati in lungo per incrociare i precedenti, col loro intervallo riempiuto pure di pietre e di ghiaja, onde attraversare questo graticolato con un terzo posato nel senso del primo; in guisa però che gli alberi non s'incontrino punto negli stessi piani verticali. Dopo averli ancora muniti di pietre si formerà un quarto graticolato disposto come il secondo. Quindi successivamente fino all'ultimo che sarà terminato da due piedi sotto il livello delle più basse maree. Allora si assiderà un graticolato di pezzi commessi ben legato e incavicchiato: i compartimenti, essendo stati riempiti di murazione, si eleverà sopra l'opera che si propone di cui bisogna guarentire il piede con una sponda fatta a pietre perdute acciò l'agitazione del mare non sguernisca la fondazione.

Questo modo di fondare non può essere che ottimo quando sarà fatto con attenzione, specialmente se si vuol mescolare della malta con le pietre e se si dà ad esso molta ampiezza diminuendolo gradatamente dal basso all'alto, esso può convenire del pari nell'Oceano come nel Mediterraneo e in tutti i luoghi ove essendo comuni i legnami si avessero delle ragioni per preferirli agli altri precedenti.

CAPO DUODECIMO

DEGLI EDIFICJ APPARTENENTI AI PORTI DI MARE E PRINCIPALMENTE DELLE FORME.

879. I principali edificj che debbono comporre un arsenale di marina per un porto reale, sono 1.° una gran sala munita di tutte le armi offensive e difensive necessarie all' armamento dei vascelli; 2.° un magazzino generale per tutte le munizioni che entrano nell' arsenale; 3.° dei magazzini particolari ove in seguito è disposta ciascuna di tali munizioni: 4.° delle corderie coperte e ben illuminate ove si fila il canape e si fanno cordami, con luoghi appositi per allungarli e tagliarli nella proporzione conveniente all' attrezzo dei vascelli; 5.° un telonio ove sono stabiliti i tessitori per la manifattura delle tele atte a fare. le vele con luoghi appositi per tagliarle e unirle: 6.° dei magazzini particolari destinati a ciascun vascello di cui portano il nome, ove si depongono i cordami, le vele e tutti i loro attrezzi quando sono disarmati. Delle gallerie di grande estensione per mettere a coperto tutti i legnami di costruzione, ed una per deporvi l' alberatura dei vascelli disarmati; 8.° delle officine ove i carpentieri possano lavorare al coperto, e dopo avere stabilito il sesto di ciascun pezzo necessario alla fabbricazione di un vascello, sieno essi notati per metterli in un magazzino con gli attrezzi e servirsene all' uopo, onde in poco tempo si possa montare una flotta senz' essere costretti a lasciarla imputridire nel porto costruendola gran tempo prima di metterla in mare; 9.° delle forme e cale per la costruzione ed il rassetto dei vascelli: 10.° delle grandi fucine per fabbricare le áncore ed altre più picciole destinate al servigio giornaliero del porto; 11.° delle officine per i bottaj, falegnami, magusni, pittori, scultori e per tutte le arti e mestieri che possono essere applicati alla marina, trovandosene pochi che non sieno necessarj in un arsenale; 12.° dei magazzini pei viveri che vi occorrono, grandi locali in cui si stabiliscono i forni per fare il biscotto avendo al di sopra i granaj per le biade, la farina, il pesce secco ed i legumi con sotterranei e cantine per vini e carni salate che si vogliono conservare; 13.° uno spedale regio distribuito per gli ufficiali, cannonieri, soldati, marinaj, ecc. 14.° una cappella con l' alloggio dei sacerdoti; 15.° sale per gli esercizj delle guardie di marina ed altre per l' istruzione dei giovani cannonieri; 16.° dei corpi di fabbricato, padiglioni e caserme per gli scrivani, ufficiali e soldati addetti alla marina, osservando che tutti questi edificj debbono essere costrutti di buoni materiali impiegando legname il meno possibile per non dar luogo agl' incendj, il che si otterrà coprendo i locali con vólte che

possono essere di mattoni piani, come ora si usa in molti luoghi: bisogna inoltre che la decorazione di questi edificj corrisponda ad una nobile semplicità; 17.° un luogo pel parco d'artiglieria, ove tutti i pezzi possano essere disposti in ordine sui cantieri, secondo il loro calibro; 18.° dei magazzini da polvere situati in disparte per prevenire gli accidenti. Passo sotto silenzio essere necessario che l'acqua dolce di buona qualità abbondi in un arsenale di marina, che per conseguenza debbono esservi delle fontane situate convenientemente; è pure essenziale l'averne sulle sponde per condurle di là con tubi di cuojo nei vascelli che si armano.

L'arsenale più comodo che si conosca è quello di Tolone; i magazzini si sono costrutti sopra dighe formanti una sponda, presso la quale possono accostarsi i vascelli che si vogliono armare, che con ciò ricevono immediatamente i loro attrezzi, senza parlare dei canali che facilitano il trasporto di tutti i materiali atti alla costruzione, o delle cose necessarie agli armamenti.

Siccome la costruzione degli edificj menzionati riguarda meno l'architettura idraulica che la civile, non entrerò nel dettaglio di tutte le proprietà convenienti al loro scopo, riportandomi agli uomini dell'arte; ma siccome non è lo stesso delle forme di cui abbiamo fatto menzione, articolo 110, ciò che loro appartiene comporrà il seguito di questo capitolo.

880. Si sa che una forma è un picciolo bacino rivestito di murazione, avendo internamente dei gradini per discendere su piccole banche di pietra disposte ad anfiteatro per facilitare agli operaj il mezzo di manovrare intorno alla nave che vi si è introdotta ad alta marea, e che poscia si conserva all'asciutto quando il mare si è ritirato chiudendo la chiavica che è alla sua imboccatura; il che si pratica con bastante agiatezza nei porti ove succedono il flusso ed il riflusso, oppure se queste forme sono nel Mediterraneo se ne esaurisce l'acqua con macchine.

Si potrà formare un'idea di questa specie di bacini considerando su la Tavola 29 gli sviluppi di una delle forme di Marsiglia che serve alla costruzione e ad assettare le galere, della quale si avrà un'idea più perfetta per mezzo della figura 4, riportata su la Tavola 17. Siccome questa forma, riguardo alla sua destinazione, non ha che 44 piedi di larghezza al di sopra, vedesi che si è avuta la facilità di coprirla con un tetto sostenuto da colonne onde mettere a coperto la galera che vi si vorrà costruire o semplicemente rassettare, il che non si può praticare nelle altre forme ad uso dei grossi vascelli a motivo dell'enorme larghezza loro. Nei luoghi F sono delle rampe con gradini per discendere dal pianterreno su la prima banchina e di là passare mediante altri gradini G su la seconda corrispondente allo spianato che si deve supporre pavimentato nello stesso modo della platea delle chiaviche; osservando che queste banchine si moltiplicano più o meno secondo la profondità della forma.

L'ingresso delle forme corrisponde d'ordinario alla parte del porto ove trovasi l'arsenale di marina, tale è quella indicata 42 presso il ponte 30 su la carta di Dunkerque, Tavola 2, del volume precedente, di cui si è parlato all'articolo 61, ma a qualunque luogo si pongano bisogna che abbiano molto spazio tutto all'intorno per la facilità del lavoro degli operaj.

881. Quando succede che non si ha un terreno comodo per far molte forme di fronte, se ne pongono una dietro l'altra che hanno un ingresso

comune, come è la doppia forma di Rochefort che passa per la più bella che vi sia; vedesi riportata su la Tavola 30, che si deve supporre abbia una chiavica in IK, ma che qui si è soppressa per non dare troppa lunghezza a questa Tavola.

La prima di queste forme GHEF, che è la più profonda, serve pei vascelli di primo ordine, quindi ha un maggior numero di rampe e di banchine M, che la seconda BCDA destinata per quelli del secondo e del terzo ordine, perciò lo spianato è stato innalzato 7 piedi sopra quella di sotto, coll' idea che si sarebbe meno incomodati dalle acque del fondo. Vedesi che avendo fatto entrare ad alta marea un vascello in ciascuna di queste forme e chiuse le porte della chiavica, appena il mare ritirandosi gli ha lasciati all' asciutto, si possono rattoppare tutti e due nello stesso tempo; si fanno uscire quando sono accomodati approfittando di una marea favorevole, perocchè nella spalla corrispondente al lato G, vi è un picciolo acquidotto chiuso da due paratoje ad incastro che serve ad introdurre l' acqua nelle forme e facilitare l' apertura delle porte secondo l' art. 114.

Per costruire un vascello nella forma superiore senz' essere privi, durante questo tempo, dell' uso dell' inferiore si sono praticati nell' intervallo due incastri NR, per farvi con travicelli il cassone di una tura piena d'argilla che impedirà alla marea di passar oltre; allora queste due forme non avendo più nulla di comune si trovano presso a poco nello stesso caso come se fossero staccate l' una dall' altra. Frattanto, benchè sembri che sieno più comode, vi è fondamento di credere che non si trovi malcontento, poichè da poco in qua si sono cominciate a Brest due doppie forme, ma che saranno più perfette di quelle di Rochefort a cui si rimprovera di aver troppa larghezza, d'onde avviene che gli accordi di cui si fa uso per sostenere un vascello sul cantiere, essendo molto lunghi non si possano situare che difficilmente. Il maggior difetto di questa doppia forma viene dal gran numero di sorgive che la penetrano da ogni parte e che forniscono tanta quantità d'acqua che si dura fatica a mantenere asciutta anche la superiore malgrado l' azione della macchina idraulica da noi descritta all' articolo 748, della prima parte di quest' opera. Per raccogliere queste acque si è fatto un primo pozzo nel fondo della forma superiore corrispondente ad un rigagnolo che passa sotto il cantiere, come pure due altri pozzi che comunicano pel fondo mediante un rigagnolo che conduce tutte le acque ad un ultimo pozzo situato sotto la macchina precedente; dopo averle innalzate in un bacino situato all' altezza della prima banchina, esse vanno di là per un acquidotto fatto nello spessore del rivestimento a scaricarsi su la platea esterna della chiusa.

882. Nondimeno, siccome malgrado il continuo lavoro della stessa macchina, non si poteva giugnere ad esaurire le acque della forma inferiore che le basse maree non scoprivano affatto, perchè il suo tavolato era stato collocato troppo basso, si è preso il partito nel 1720, di costruirne una nuova all' altezza dell' ultima banchina, figura 3, riempiendo il di sotto di un massiccio di murazione.

Per non moltiplicare le figure senza necessità si potrà giudicare di una forma semplice propria per grosse navi considerando la seconda, come se fosse staccata dalla prima e supponendovi una chiusa nell' intervallo senza aver riguardo a tutto ciò che vi è al di sotto.

Sezione I.

Comprendente le massime su lo stabilimento delle forme nei porti dell' Oceano.

883. Per determinare le dimensioni che bisognerà dare ad una forma, bisogna esaminare quali saranno le navi più grosse di cui può essere suscettibile il porto in cui si formano, onde regolare la lunghezza, la larghezza e la profondità: della qual cosa giudicherassi per le Tavole 1 e 2, Tavola 4 del volume precedente, e per l'immersione degli stessi vascelli quando non sono zavorrati nel caso che non si possa aver acqua bastante nella forma per riceverli col loro carico.

884. Siccome il merito principale di questa specie di bacini consiste nel potervisi lavorare all' asciutto in qualunque tempo, e nondimeno è molto difficile che l'acqua non vi s'introduca tanto dalla parte delle porte della chiavica, come per le sorgive che stillano dal fondo, malgrado le precauzioni che si prendono per guarentirsene; è di molta conseguenza il fare in guisa che le acque che vi si ammasseranno scolino da loro nel tempo delle basse maree comuni, senz' essere costretti ad impiegare di continuo e con spese enormi delle macchine per esaurirle. Per evitarle bisogna stabilire la superficie del fondo ad un piede circa sopra il livello delle acque basse nel porto, nel caso che si possa, senza avanzar troppo sulla quantità d'acqua che pescano i più grossi vascelli che vi si potranno far entrare senza zavorra; altrimenti bisognerebbe fare alla meglio per conciliare questi due scopi come ne spiegheremo i mezzi. Frattanto giova sapere che i vascelli del primo ordine che col loro carico pescano d'ordinario 25 in 26 piedi d'acqua, non ne esigono che 16 a 17, quando sono vuoti, dopo che sia alquanto caricato il davanti o sollevato il di dietro con cassoni per diminuire la differenza della portata d'acqua. Stabilito questo, riguardo ai più grossi vascelli, è chiaro che quelli di un ordine inferiore galleggieranno sempre facilmente nell' alta estremità della forma; quindi ecco un punto fisso d'onde si potrà partire per regolarsi in conseguenza di ciò; aggiugnerò, che siccome la portata d'acqua delle navi che si fanno passare per una forma deve misurarsi sopra il cantiere che ha circa 3 piedi di rilievo, basta quando vi si è costretto dalla mancanza di profondità d'acqua, di non darne ad essa che due soltanto per poter lavorare ancora comodamente alle parti del vascello che corrispondono alla chiglia.

885. Per rendere i portoni ben serrati si muniscono di fascie di panno applicate lungo i battitoj e negli altri luoghi per dove l'acqua potrebbe sfuggire come si fa intorno alle cannoniere che si vogliono conservar chiuse per impedire che in una burrasca l'acqua entri nel vascello. Siccome ciò non si può praticare se non quando la platea è all' asciutto, vedesi quanto importi stabilirla sopra il livello delle basse maree comuni, senza aver riguardo al termine a cui discendono nel tempo del novilunio e plenilunio, ed anche meno in quello degli equinozj, altrimenti si cadrebbe nel caso di non

poter chiuder bene queste porte che ogni 15 giorni o forse ogni 6 mesi; se perciò bisognasse attendere che le maree fossero più basse, allora la forma sarebbe di un uso debolissimo se non si avesse in ogni tempo la libertà di conservarla all' asciutto, immediatamente dopo che vi si è fatto entrare un vascello.

886. Un altro inconveniente di collocare questa platea troppo bassa è che in molti luoghi vi si ammassa sopra tanto grande quantità di fango nel tempo che si ristaura un vascello, che non si possono più aprire le porte per farlo uscire quando si vuole, e si è costretti ad aspettare una marea per levar questo fango, il che produce dei pericoli le cui conseguenze possono essere grandissime in certi casi.

Nelle forme in cui si è commesso questo difetto si è avuto senza dubbio l'intenzione di risparmiare alle navi che vi si farebbero entrare la maggior quantità d' acqua possibile senza prevedere gli accidenti che ne risulterebbero perchè l'esperienza sola li può manifestare. Ora che si hanno regole per condursi in simil caso non si sarebbe scusabili di averle trascurate. Nondimeno se avvenisse che nel volerle seguire non restasse bastante portata d' acqua pei vascelli di primo ordine, anche scaricandoli della zavorra, non bisognerebbe costruire la forma che si propone se non pei vascelli di un ordine inferiore, senza renderla difettosa, volendo darle una proprietà di cui non può essere suscettibile, e fare in un altro porto più favorevole ciò che non si sarà potuto eseguir bene in questo.

Per non aver pensato così nel costruire anticamente la forma di Brest, si è stabilita troppo bassa la platea, d' onde seguirono varj inconvenienti che riferirò onde mostrare quanto bisogna essere circospetti progettando questa specie di opere, della qual cosa giudicherassi considerando questa forma nel suo primitivo stato senz' aver riguardo a ciò che si è potuto fare dopo il 1741.

887. Il difetto principale di questa forma, e che diede luogo agli altri, è quello di avere il suo spianato presso a poco a livello della bassa marea degli equinozj; da ciò succede che essa è innondata per parte delle sorgive, delle pioggie e dell' acqua del mare che filtra per le porte della chiusa senza che possa evacuare anche nei tempi più favorevoli all' efflusso. Inoltre la sua platea trovandosi superiore allo stesso spianato, non si perviene a mantenerla all' asciutto se non col soccorso di una macchina mossa continuamente da più cavalli durante il tempo in cui un vascello è in rassetto, il che cagiona una grande spesa che si sarebbe evitata se nel costruire questa forma si fosse seguita la massima dell' articolo 884. Era tanto più naturale il conformarvisi che innalzando il fondo dello spianato 6 pollici circa sopra le basse maree delle acque morte sarebbero rimasti ancora più di 17 piedi d' acqua al di sopra del cantiere mentre il mare s' innalza d' ordinario 20 piedi in questo porto.

Succede pure di spesso che la parte inferiore delle imposte non essendo scoperta nel tempo delle acque vive non si potrebbero aprire per difetto di poter innalzare il fango che fa ostacolo ad esse. D' altronde l' acqua che resta su la platea non permettendo di munire di panno i battitoj per serrare i portoni, passano talvolta due mesi senza che si possa lavorare nella forma. Siccome i giorni più favorevoli delle maree sono impiegati a lavorare a questi bisogni, qualche volta non vi si

può far entrare un vascello, perocchè il mare non dà più tanto battente d'acqua; allora si è costretti ad aspettare per altri 15 giorni l'arrivo di un'altra grande marea. Tutti questi inconvenienti sono cagionati da ciò che questa forma non adempieva lo scopo prima del 1741, che molto imperfettamente, ma non mi vi arresto di più, e ripiglio la serie delle massime che mi rimangono da stabilire.

888. Bisogna restringere la capacità delle forme ne' limiti giusti riguardo alle specie di navi che vi s' introdurranno; la lunghezza più ragionevole che si possa dare a quelle destinate per vascelli di primo ordine è di 190 piedi, dall' orlo superiore del fondo fino all'angolo dei portoni della chiavica, e non 240, come si è fatto in quella di Brest, il che produsse un aumento di spese e maggiori esaurimenti.

Riguardo alla larghezza delle forme stesse, compresa fra le sponde delle ale, bisogna regolarla dietro quella che. bisognerà dare alla chiusa, perocchè è la stessa che avrà lo spianato, a cui bisogna aggiugnere lo spazio che occuperanno le banchine. Per esempio, se si daranno 48 piedi alla chiavica e si faranno tre banchine di 5 piedi ognuna, esse ne occuperanno 30 insieme che aggiunti alla larghezza della chiusa danno 78 piedi, per ciò che si chiede. Il mezzo più sicuro di ben constatare i progetti di tal fatta si è quello di conferire coi capi costruttori di vascelli; che non mancheranno di dar luogo ad osservazioni che potranno sfuggire a persone meno istrutte, su ciò che meglio conviene. Ho tanto maggior ragione di pensare così che io confesso di aver molto approfittato di una Memoria che Olivier mandò alla Corte nel 1741, sul modo di correggere i difetti della forma di Brest, avendone dedotto molte ottime cose, di cui si potrà all' uopo fare una giusta applicazione.

Non è che per la conoscenza che si acquista delle negligenze usate nella costruzione di un'opera che si possono formare le regole per evitarle, quando si tratti di stabilirne della stessa specie e in casi presso a poco simili: questo è il frutto che d' ordinario si cava dall' esperienza. Ma siccome non si acquista che con molti anni che non si potrebbero impiegare così bene, tentiamo almeno di non copiare i difetti degli altri, e non saremo che troppo responsabili di quelli che commetteremo noi stessi.

889. Volendo costruire con economia le forme e grandi bacini che si fanno nei porti dell' Oceano, bisogna prima di scavarli per tutta la loro estensione, cominciare dal far la chiavica ed i pezzi di sponda corrispondenti al loro ingresso, perocchè in seguito le porte di mare ben combaciate faranno le veci di ture, e praticandovi al basso dei fori chiusi da valvole che si lascieranno aperte nelle basse maree, le acque delle sorgenti e quelle delle pioggie che sopraverranno, mentre si lavorerà al restante scoleranno da sè ogni 12 ore, dopo essersi raccolte nel ricettacolo che si sarà praticato. Con ciò non si sarà costretti ad esaurimenti che talvolta costano tanto, e più dell'opera stessa, poichè qui non avranno luogo se non quando si lavorerà sotto il livello della platea che è il caso in cui sono indispensabili, e non in molti altri ove si possono evitare.

890. Siccome il fondo di una forma deve essere pavimentato con tanta accuratezza come la platea di una chiusa, bisogna star molto attenti per istabilire solidamente il massiccio di murazione che deve estendersi a tutta l' ampiezza dello spianato, e regolarsi a seconda della natura del terreno che

s'incontrerà dopo avere scavato fino ad una conveniente profondità. Se trovasi di cattiva consistenza bisognerà palafittarlo giudiziosamente, cioè serrare i pali più o meno secondo l'importanza della loro posizione, m'intendo che se ne disporranoo di più sotto la fondazione del rivestimento il cui spessore deve pure comprendere la larghezza delle banchine di quello che sotto lo apianato, eccetto il luogo del cantiere che deve sostenere il vascello in raddobbo perocchè è quello che avrà il maggior carico. Si farà lo atesso per la chiavica, moltiplicando i pali sotto le spalle e sotto la soglia, osservando di piantare le file di palanche ove occorrono necessariameute secondo ciò che è stato spiegato agli articoli 251, 252.

Tagliati questi pali se ne riempiranno gl'intervalli con una murazione di pietrame ben appianata, su la quale sarà elevato un massiccio grosso due piedi e mezzo, fatto in mattoni messi in opera con malta di calce. Poscia si porranno le traverse che si estenderanno a tutta la larghezza dello spianato, con le loro estremità inchiavate per un piede sotto l'ultima banchina, osservando che queste traverse sieno posate in modo che la loro superficie essendo ben appianata con la muratura che ne riempirà gl'intervalli, il tavolato che vi si deve attaccare formi un piano inclinato di 6 pollici dal fondo della forma fino ai puntoni della chiavica, onde facilitare lo scolo delle acque. Se il terreno fosse di buona qualità e si facesse a meno di palafittare, bisognerebbe tuttavia aver riguardo a quanto interessa lo apianato.

891. Benchè sia d'uso, come si è veduto, allineare la parete dell'ultima banchina con quella delle spalle, non si sente la necessità di dare tanta larghezza allo spianato quanta ne avrà la chiavica, poichè con ciò si abbraccia molto spazio superfluo che dà luogo alle sorgenti di somministrare maggior abbondanza d'acqua. Sembra assai più ragionevole di regolare l'estensione di questo spianato con la capacità del maggior vascello presa all'altezza del garbo principale che a questo livello non ha che 26 piedi di larghezza; cioè che invece di farla presso a poco rettangolare, come nelle Tavole 29 e 30, si dovrebbe piuttosto dare ad essa una forma curvilinea di cui farà il contorno l'ultima banchina senza avere per parte sua una larghezza uniforme di modo che componendo allora una specie di strada, il qual nome sembra convenirle meglio di quello di banchina. Si suppone che questa strada abbia circa tre piedi di elevazione sopra lo spianato e che sia a livello con la platea interna della chiavica fino all'allineamento dell'angolo dei portoni, e che vi si pratichi un condotto largo 6 piedi che termini alla platea inferiore per facilitare lo scolo delle acque, il cui sgorgo non permetterà che vi si arresti il fango, ond'è che il fondo e lo apianato debbono avere un poco di pendio. Si osserverà che il mezzo di questo condotto deve essere diretto sul prolungamento del cantiere e che deve essere serrato da due contrasportelli attaccati a cerniera al basso dei portoni per non aprire questo canale se non in tempo di bassa marea, il cui livello devesi trovare al tempo della quadratura un poco al di sotto di quello della platea precedente, secondo l'articolo 884. Quindi la cura del custode della forma sarà quella di aprire questi sportelli ogni 12 ore per lasciare evacuare l'acqua che vi si troverà raccolta e richiuderli dopo munendoli di fascie di panno, prima che il mare risalga; e perciò si risparmierà la spesa cagionata dalla manutenzione delle macchine per gli esaurimenti ed i din-

torni della forma non saranno imbarazzati dagli edificj che richiedono. Siccome l'estremità alta dello spianato a motivo del pendio sarà sempre asciutta, vi si potrà lavorare in ogni tempo perchè le acque si raccoglieranno nel condotto fino al momento in cui si lascieranno scolare, dopo di che gli operaj potranno passare nella parte bassa per eseguirvi ciò che prima non avrebbero potuto fare comodamente.

892. L'altezza della stessa platea al piede dell'angolo deve essere di 4 pollici circa, inferiore al fondo del rigagnolo, onde allo sbocco abbia una soglia angolare per ricevere la parte inferiore dei contrasportelli, quindi il muro di caduta avrà 3 piedi e 4 pollici di altezza: e siccome bastano 8 pollici soltanto per appoggiare i portoni della chiusa, si potranno innalzare per 2 piedi ed 8 pollici sopra la platea, con ciò si diminuirà la loro altezza, e però la spinta dell'acqua che avranno da sostenere. Quando si vorrà aprirli essi avranno il vantaggio di non incontrare l'ostacolo del fango che vi si ammassa quando sono chiusi da qualche tempo, e si avrà sempre la facilità di munirli di strisce di panno assai meglio che se fossero collocati così bassi come al solito. Mi scordava di dire che per non avere la pena di aprire e di chiudere i contrasportelli due volte ogni 24 ore, credo che basterà traforarli inferiormente con un numero di fori di circa due pollici di diametro, che si tureranno con turaccioli dopo che saranno scolate le acque della forma, e che nel costruire la chiusa bisogna praticare nelle sue spalle delle scalette per discendere alla platea.

892. L'angolo conveniente alle porte precedenti dovendo di necessità essere formato di due parti separate dalla larghezza del condotto per lasciare un libero passaggio alla chiglia dei navigli, bisognerà comporre ciascuna di queste parti di tre pezzi maestri, facenti insieme un triangolo rettangolo la cui base sarà la soglia e l'ipotenusa, uno dei puntoni e la perpendicolare il monaco che qui troverassi ripetuto. Aggiugnerò che invece di avere una caduta di 3 piedi e 4 pollici nel luogo dei puntoni, si può da una parte e dall'altra del rigagnolo innalzare la platea a scarpa fino a due piedi presso la loro superficie e continuare questo rigagnolo dilatandolo fino all'orlo inferiore della platea, con ciò si riempiranno gli angoli ed in pari tempo acquisterà maggior solidità il muro di caduta ed il fango renderà minor incomodo.

894. Con tale disposizione saremo certi che quando s'introdurrà un vascello nella forma per carenarlo soltanto, di farnelo uscire 3 o 4 giorni dopo, perocchè non vi sarà nessun ostacolo capace di cagionare ritardo per parte dei portoni o delle maree. Che se salgono soltanto 17 piedi circa sul cantiere nei tempi ordinarj i vascelli di primo ordine vi entreranno sempre senza difficoltà, e gli altri con la maggior parte dei loro attrezzi, ed è tutto ciò che puossi desiderare nei porti, ove la marea non è più forte di quello che qui si suppone; a peggio andare se non montassero che a 15 o 16 piedi bisognerebbe aspettare il tempo delle acque vive pei grossi bastimenti, solo perchè ve ne sarà abbastanza per gli altri nelle maree favorevoli.

Siccome non è lo stesso dei vascelli da guerra e di alcuni bastimenti il cui fondo è quasi largo come il corpo, basta osservare la Tavola 30, figura 4, per giudicare dell'inutilità della larghezza comune delle forme al basso, poichè è soltanto nel mezzo ove passa la chiglia dei vascelli e

non sui fianchi che pesca maggiormente, per l'altezza della sua chiglia e per la sua forma. Purchè possa passare liberamente pel picciolo canale senza toccarne le sponde, non è lo stesso come se la forma avesse dovunque la stessa profondità d'acqua? Non vi è dunque inconveniente alcuno a restringerla a misura che si avvicina al fondo, non dando allo spianato che 26 piedi nella sua maggior larghezza invece di 48 o 50, che essa suole avere quando deve servire ai vascelli di primo ordine.

895. Lascio alle persone dell'arte il fare l'uso che crederanno più conveniente delle osservazioni precedenti; serviranno almeno a far nascere nuove idee sopra un soggetto che non sembra essere stato esaminato a sufficienza. Ciò senza dubbio proviene dalle poche occasioni che si hanno di costruire delle forme, mentre la loro grande spesa ha fatto sì che non si abbiano eseguite in tutti i porti ove sarebbero state necessarie; ma siccome oggi più che mai se ne conosce la necessità, e siccome quest'ostacolo non è invincibile, sarò soddisfatto di questa picciola parte del mio lavoro se potrà dar luogo a ricerche più estese su la perfezione delle forme in generale.

Sezione II.

Della costruzione della forme pei porti del Mediterraneo, specialmente di quelle per le galere.

896. Una forma destinata a ricevere delle galere di primo ordine, deve avere 35 tese di lunghezza dal fondo fino all'angolo della porta della sua chiavica, per 44 piedi di larghezza presa all'alto, e 15 di profondità misurata al di sopra del tavolato del suo spianato. Riguardo alla larghezza della chiavica, eguale a quella della forma presa sul fondo, deve essere piedi 26, d'onde risulta una differenza di 18 piedi con la sua larghezza in alto onde avere 9 piedi lungo le ale, per le due banchine.

Tracciata esattamente la forma, il terreno sarà profondato 13 piedi sotto le più alte maree e ve ne saranno tre per lo spessore del massiccio dello spianato, e gli altri 10 restanti per l'altezza dell'acqua che s'introdurrà all'uopo. Si osserverà nell'innalzare la chiusa di praticare in una delle sue spalle un acquidotto chiuso da una paratoja per introdurre l'acqua nella forma allorchè vorrassi.

Nella spalla opposta si praticherà pure un altro acquidotto più picciolo che metta ad un pozzo inferiore al tavolato della forma per ricevere le acque del fondo e mantenerle asciutte sempre per mezzo di trombe o cappelletti. Inoltre si praticheranno tutt'all'intorno del rivestimento interno di questa forma delle banchine larghe 4 in 5 piedi, e dei gradini comodi a guisa di anfiteatro, per facilitare agli operai la costruzione o il rassetto delle galere.

897. Appena sarà scavato e livellato il posto che si destina alla fondazione, se ne riconoscerà il fondo, e nel caso che sia sufficientemente buono, come si è trovato per le forme di Marsiglia, di cui qui riportiamo un estratto del progetto, si pianteranno delle file paralelle di palanche di-

stanti una dall' altra 20 piedi per incassarvi la fondazione del rivestimento in cui si comprende quelle dei contrafforti e delle banchine. Bisogna osservare che la sommità di queste palanche sia attaccata con chiodi e cavicchie di ferro ad una briglia.

Questa fondazione si farà con pietrame sgrossato o mattoni posati in malta idraulica, a corsie regolari; ben collegati e colle commessure alternate. Sul resto della capacità della forma fino ad un piede sotto il tavolato si eleverà pure un massiccio stabilito con la stessa cura senza parlare di quanto appartiene alla chiavica di cui qui si sopprime il dettaglio, sendo stato spiegato a sufficienza nel precedente volume.

Su questo massiccio si poseranno delle traverse, le cui estremità termineranno ad un piede sotto l' ultima banchina. Questi pezzi di 9 a 10 pollici di grossezza, saranno distanti 3 piedi e mezzo da un centro a centro e il loro intervallo sarà munito di murazione per ricevere un tavolato grosso pollici due e mezzo, calafattato, incatramato ed impeciato, come si è detto agli articoli 302 e 303.

898. Bene appianata ogni cosa si traccierà di nuovo la forma e la sua chiavica per determinare con più sicurezza la prima corsia del rivestimento che deve ricoprire per una larghezza di 6 o 7 pollici il perimetro del tavolato precedente. Questa corsia e le altre seguenti saranno composte di chiavi e fasce della miglior pietra da taglio, posata in malta idraulica, sulla direzione al proprio letto naturale, avendo ogni cura di costruire a misura che s' innalzerà e nella miglior forma le banchine e gradi rappresentati nella pianta e nell' alzato.

Il di dietro dei muri grossi sarà munito di mattoni legati con pietrame, secondo l' articolo 339; i contrafforti distanti gli uni dagli altri, come su la pianta, e quando questi muri saranno terminati si compiranno con un pavimento di pietre piane o lastre aventi almeno due piedi e mezzo di larghezza posate in malta idraulica e cemento sul margine corrispondente alle pareti. Queste lastre saranno tenute insieme da ramponi di ferro impiombati. Riguardo alla rimanente grossezza delle ale, vi si farà un pavimento di pietre, come quello comune del paese, osservando di dargli un declivio e di fare un condotto onde portar fuori le acque che scoleranno dal tetto della forma.

Il tavolato precedente sarà ricoperto da un secondo avente un pollice e mezzo di spessore, calafattato del pari, mettendovi tramezzo uno strato di borra dopo aver incatramato il di sotto ed eseguita ogni cosa, come si è insegnato all' articolo 303.

Elevando le spalle della chiavica si avrà la cura di praticare nella parete delle incavature per allogarvi i travicelli destinati a formare due ture: la prima verso il mare per servirsene nel caso di qualche grande riparazione e la seconda di un uso più frequente per tenere asciutta la forma preservandola dalle perdite d' acqua dei portoni nel tempo della costruzione o riparazione di una galera.

899. Terminati i muri che rinchiudono la forma si poseranno lungo di ciascun' ala 7 zoccoli a distanza eguale, come è marcato su la pianta, i quali avranno 4 piedi di altezza per 3 piedi e 4 pollici di diametro col loro centro distante 22 pollici dalla parete; essi serviranno a sostenere altrettante colonne d' ordine ionico alte 25 piedi compreso il capitello per por-

tare il tetto che deve coprire la forma; ciascuna di queste colonne sarà di una pietra sola se è possibile, oppure si comporranno di più pezzi; il loro diametro all' imoscapo sarà di tre piedi ed il resto secondo le proporzioni dell' architettura.

900. Verso l' ingresso della forma all' altezza dell'angolo dei portoni della chiusa s' innalzerà con la miglior pietra da taglio un' arcata scema, larga 42 piedi per 45 di altezza sotto la chiave, misurata dal livello della sponda; i fianchi di quest' arcata saranno muniti di due pilastri formanti un portico con un frontone che avrà circa 7 piedi d' altezza dal suo vertice fino al di sotto alla chiave.

Per costruire il tetto che terminerà contro al precedente frontone, si porrà sul capitello di ciascuna colonna uno zoccolo di pietra che servirà a portare due travi di 10 pollici di grossezza ognuna, stesa l' una su l' altra come se formassero un pezzo solo di 10 per 20 pollici di squadratura posati in coltello da una colonna all' altra, tutte le 28 travi impiegate in tal guisa saranno ben legate da fascie e staffe di ferro.

Queste poi saranno incrociate nel luogo della congiunzione con altre, le cui estremità appoggeranno su le colonne attraversando tutta la larghezza della forma. Che se non se ne trovano di forti abbastanza si faranno di due pezzi che si congiungeranno verso la metà della larghezza della forma; esse vi saranno sostenute da una specie di monaco sospeso alla sommità del tetto nel luogo ove si congiugneranno le due picciole forze formanti ciascun' armatura commessa come vedesi nella figura che rappresenta la copertura, sulla qual cosa, come ad altre che sono di costruzione comune, non mi trattengo punto.

901. La sponda che cinge il porto trovandosi tagliata dall' ingresso della forma, per non interrompere il passaggio bisogna farvi un ponte galleggiante composto di due battelli, osservando di accompagnare le estremità di questo con due porticelle attaccate a cerniere onde ripiegarli quando si toglierà il ponte facendolo passare lungo la sponda per lasciar entrare od uscire un galera, come si fa a Marsiglia. Aggiugnerò che il ponte non può praticarsi che nei porti del Mediterraneo, ove il livello del mare è quasi sempre alla stessa altezza.

902. Per attraversare la larghezza dell' ingresso delle forme costrutte nei porti dell' Oceano, si forma talvolta un ponte simile al precedente con la differenza però che messo a sito è sostenuto alle sue estremità sulle spalle della chiusa disposte a riceverlo; quindi questo ponte non si appoggia nel mezzo a battelli che non si potrebbero conservar sempre alla stessa altezza a motivo delle variazioni delle maree, e per conseguenza è nel caso di un picciolo ponte stabile avente due coscie soltanto. Volendo toglierlo pel passaggio di un vascello si ha un puntone fatto espressamente che s' introduce sotto a bassa marea, e quando il mare è salito fino ad una data altezza esso solleva il ponte. Quando il puntone è caricato si conduce in disparte. E dopo che la forma ha fatto il suo servigio si riconduce durante la stessa o la seguente marea, nella sua prima posizione e vi si fissa da sè tosto che il mare bastantemente abbassato fa sì che il ponte lo abbandona. Benchè questa manovra sia usata a Brest, io credo che considerata ogni cosa sia preferibile un ponte stabile.

Ciò che si è esposto per la costruzione della forma precedente po-

tendo applicarsi in parte a quelle di cui abbiamo parlato nella prima sezione, sarà facile all' uopo farne il relativo progetto, quindi credo inutile entrare per esse in ulteriore dettaglio avendone parlato a sufficienza nel precedente volume, da non lasciar nulla a desiderare su questo genere di lavoro.

903. Quando le forme devono servire alle galere, bastando 10 piedi d'acqua per farle entrare ed uscire, non si trovano difficoltà insuperabili a fondarle, ma non sarebbe lo stesso se si intraprendesse a stabilirne nel Mediterraneo pei vascelli di primo ordine, perocchè bisognerebbe che la loro platea fosse almeno 20 piedi sotto il livello del mare, il che importerebbe uno scavamento di circa 24 piedi di profondità per appoggiarvi la fondazione. Nondimeno l'esecuzione non sarebbe forse impossibile, malgrado la grande quantità d'acqua che si avrebbe da esaurire per mantenere asciutto il sito del lavoro; ma come giugner poscia a rendere le porte della chiavica così serrate da non fornire se non quella quantità d'acqua che di continuo si potrà esaurire?

Il mare essendo sempre in questo luogo, presso a poco alla stessa altezza, non sarà possibile munirle di listelli inferiormente, oltre che le sorgenti irromperanno da ogni parte; è vero che per evitarle si possono costruire il fondo ed i fianchi della forma con le stesse precauzioni che abbiamo detto nella Scienza degl' Ingegneri, doversi usare per una cisterne che si vuol preservare dall'azione delle acque straniere: tuttavia non bisogna compromettersi di giugnere mai a conservare asciutta questa forma. Un altro svantaggio di una tal forma sarebbe quello di doverla far vuotare ogni volta che vi è entrato un vascello tanto piccolo come grosso. È vero che questo è il caso in cui si trovano le forme delle galere con questa differenza che la loro larghezza e profondità, non essendo che la metà di di quella della precedento, il lavoro è ridotto al quarto soltanto.

904. Volendo evitare questi inconvenienti, è gran tempo che si è proposto di costruire delle forme, il cui fondo fosse superiore di un piede alle più alte maree, facendole precedere ciascuna da un bacino della grandezza del più grosso vascello, e costruendo al suo ingresso una chiavica, avente le sue porte, spalle e rivestimento delle ale interne elevati sopra il pianterreno al pari del contorno del margine della forma, onde poter eseguire la manovra seguente. Per giudicarne meglio si può considerare su la Tavola 30, la doppia forma di Rochefort, la superiore della quale prenderassi per quella di cui parliamo, e l' altra pel bacino di cui dev' essere corredata, facendo astrazione dalle sue banchine.

Fatto entrare un vascello nel bacino e serrate le porte della chiavica, si potrà far uso di macchine idrauliche, disposte convenientemente per elevare l'acqua del mare e riempire il bacino e la forma; allora il vascello sollevandosi quanto basta, si farà passare nella forma che poscia si metterà a secco, lasciandola scolare per pertugi espressamente fatti, tutta l'acqua che si sarà innalzata. Quando questo vascello sarà racconciato o costrutto di nuovo, si riempirà il bacino e la forma per farlo passare nel primo e di là nel mare, dando esito alle acque che si saranno innalzate per rimettere le cose nollo stato naturale, onde poter aprire la chiavica. È inutile dire che l'angolo delle porte di questa chiavica deve sporgere contro corrente come nelle conche dei canali navigabili, con

questa differenza soltanto che non si suppone altra porta situata all' ingresso della forma a meno che ne occorra una ancora per conservare l' acqua che conterrà onde servirsene per facilitare l' introduzione di un nuovo vascello che si volesse racconciare; per questo mezzo si diminuirebbe di una metà la quantità di quella che bisognerebbe innalzare per una nuova operazione.

905. Questa specie di forme costerebbe una spesa enorme a motivo della profondità del bacino che avrebbe almeno 40 piedi, senza parlare del lavoro straordinario che esigerebbe l'acqua che si dovrebbe elevare a 20 piedi di altezza per le due precedenti operazioni, invece che la forma di cui abbiamo parlato non ne richiede che una per vuotarla per una profondità media di circa 10 piedi, e per una estensione che non è se non la metà della precedente, il che riduce il volume dell' acqua al quarto soltanto. L'unico vantaggio che si ricaverebbe da una forma preceduta da un bacino sarebbe quello di lavorarvi perfettamente all' asciutto ogni volta che un vascello fosse sul cantiere, ma si confesserà che sarebbe un pagarlo assai caro.

906. Vi è nondimeno un caso in cui sembra a tutta prima che questa forma possa meritare la spesa della sua esecuzione; e sarebbe allorchè vi fosse possibilità di tradurvi con un acquidotto ad arcate le acque di un serbatojo vicino, situato ad una conveniente altezza e mantenuto dalle sorgenti di un paese montuoso. Altrimenti sarebbe egli ragionevole innalzare con spese immense le acque del mare ogni volta che si dovrà riempire la forma, quando per una fortunata combinazione non a' incontrasse a poca distanza un picciol fiume la cui corrente potesse dar moto ad una macchina? Ed anche questo meccanismo diverrebbe forse inutile per una difficoltà che si può considerare come invincibile, cioè l' enorme altezza delle imposte della chiavica che si dovrebbe fare almeno di 40 piedi per 30 circa di larghezza, ognuna per un passaggio di 50 piedi, il che li renderebbe di una forza straordinaria.

907. È vero che il mare equilibra per un' altezza di 20 piedi la spinta di quella di 40, e che per conseguenza l' effettiva sarà espressa dalla differenza del quadrato di uno al quadrato di due, la quale è tre, d' onde risulta che sarà tripla di quella che hanno a sostenere le porte delle forme comuni nei porti dell' Oceano. Siccome si stenta molto a maneggiare queste ultime, come si giugnerebbe a far muovere le precedenti, se la loro armatura fosse proporzionata alla loro altezza ed allo sforzo che avranno da sostenere? Quindi questo progetto seriamente esaminato, fa vedere che fu immaginato da persone che conoscevano poco la manovra delle chiaviche, e ciò che poteva o no essere ragionevolmente praticabile.

908. Ecco le principali ragioni che fanno sì che nel Mediterraneo si appaga di fare semplicemente degli scali per la costruzione e rattoppamento dei vascelli, come si è detto agli articoli 856, 875. Se ne stabiliscono pure nei porti dell' Oceano; ma con più facilità che non in quelli ove il mare non ha flusso e riflusso; se ne vedono di bellissime a Brest, dalle quali dedussi le massime seguenti.

Quando si vogliono stabilire più scali sopra uno stesso allineamento, bisogna lasciare fra loro un intervallo di 10 a 12 tese, onde vi resta del sito pei lavori. Il corpo del massiccio di murazione di cui sarà composto

ciaschedun scalo, avrà 30 tese di lunghezza per 4 di larghezza, con un pendio conforme all' articolo 867; le rampe che accompagneranno questi scali a destra ed a sinistra devono essere dilatate al basso, onde avere maggior facilità ad introdurre i vascelli sullo scalo o farli passare in mare; perciò queste rampe avranno 6 tese d' intervallo all' alto e 12 al basso.

909. Si fanno pure degli scali di legnami, come un tempo ve n' erano a Dunkerque nell' arsenale della marina, come si può giudicare considerando la pianta di questa città, dove si vedranno compresi fra la chiusa 45 e la forma 42. Per costruirli si comincia col dare al terreno che debbono occupare, una profondità ed un declivio conveniente; si piantano dei pali per tutta la sua estensione per consolidarlo e renderlo atto al peso che deve sostenere, principalmente nel luogo ove poserà la chiglia della nave; su questi pali si stabilirà un graticolato i cui compartimenti si riempiono di argilla ben battuta o di murazione di mattoni con malta di cemento, dopo di che si copre con un tavolato attraversato nel luogo del prolungamento del cantiere, da cilindri che si volgono sui perni onde alleviare l' attrito dei vascelli che vi debbono passare. Per conservare il piede di questi scali, come pure quello degli altri fatti di murazione, si costruisce una scarpa di fascine caricate di pietre onde impedire che il moto del mare le guasti. Per lo stesso motivo si piantano file di palanche e si fanno rinforzi di argilla ovunque si giudica necessario. Non mi diffondo più oltre su la costruzione degli scali in generale, lasciando alla prudenza di quelli che ne dovranno eseguire, il regolarsi secondo le circostanze del luogo.

910. Non volendo ommettere cosa alcuna relativa al soggetto che io tratto in questo terzo libro, non sarà inutile far menzione delle fosse che si fanno nei porti di mare per tenere al fondo dell' acque gli alberi di scorta, onde conservarli meglio: tali sono quelle di Rochefort che essendo stimate assai ben disposte, meritano di essere prese a modello.

Esse sono quattro, due grandi ed altre due più piccole situate lungo la riva sinistra della Charente, con cui comunicano per mezzo di canali; le prime si trovano disposte parallele l' una all' altra alla distanza di otto tese, esse hanno ciascuna 275 tese di lunghezza per 10 di larghezza, e quattro piedi di profondità d' acqua; ogni estremità di queste fosse è chiusa dalla paratoja di una picciola chiavica larga cinque piedi, le cui ale hanno nove tese di lunghezza, onde poter dar loro molto dilatamento dalla parte dell' ingresso per facilitare quello degli alberi che vi si conducono facendoli galleggiare sul fiume e sui canali.

Le altre due fosse situate presso a poco sul prolungamento delle precedenti, non hanno ciascuna se non 200 tese di lunghezza; esse si congiungono da una parte soltanto con un braccio ad arco di cerchio che diede il nome di ferro di cavallo al terreno ch' esse abbracciano col loro contorno; quindi esse non hanno insieme se non due ingressi, chiusi essi pure da picciole chiaviche.

Siccome il fiume ed i canali che v' influiscono partecipano in questo luogo al flusso e riflusso del mare, vedesi che si ha l' arbitrio di ritenere o di evacuare l' acqua delle quattro fosse mediante le chiaviche precedenti.

911. Per tener sempre gli alberi immersi nell' acqua e non lasciare ad essi la libertà di galleggiare, si sono fondati di distanza in distanza su la larghezza A B C D di ciascuna delle fosse al di sotto del loro letto B C,

dei muri E B C F, che le attraversano a 30 piedi d' intervallo gli uni dagli altri. Questi muri hanno 7 piedi di altezza e 6 di spessore e servono ad inchiavare inferiormente un pezzo di legno G H, chiamato *corpo morto*, lungo 56 piedi per 15 pollici di squadratura, il quale è abbracciato da ciascuna parte da cinque ritti R coronati da un cappello I, formanti insieme altrettanti cavalletti I K K, figura 6; il loro ufficio è quello di costringere gli alberi L al fondo dell' acqua coll' ajuto di varie file di travicelli M di cui si caricano, e che sono essi stessi costretti a restare immersi mediante un pezzo di legname N chiamato *chiave*, che attraversa i due ritti R di ciascun cavalletto traforati a tale uopo dalle piaghe O. Credo che ciò basti onde col soccorso delle figure si possa eseguire tutto ciò che appartiene a questa sorta di fosse.

CAPO DECIMOTERZO

DEL MODO DI FAR USO DEL CORSO DELLE ACQUE NELLE OPERAZIONI DELLA GUERRA D'ASSEDJ E DI CAMPAGNA

912. Quando si legge la storia della guerra che sopportarono i Paesi-Bassi, non si vede senza stupore l'uso maraviglioso che si è fatto delle chiaviche, e quanti vantaggi si possono cavare dal corso delle acque per arrestare il progresso di un nemico che cerca di valersi de' suoi vantaggi. Questo soggetto merita tutta l'applicazione non solo degl'ingegneri di fortificazione, ma degli ufficiali superiori che possono trovarsi incaricati di operazioni importanti. Ed è appunto coll' intenzione di trattarlo con metodo che io l' ho diviso in tre sezioni. La prima che serve d'introduzione alle altre due contiene la descrizione di alcune chiaviche atte a formare delle innondazioni, applicate poscia alla difesa di cui era capace Menin prima della sua demolizione, la seconda comprende l'arte d'impiegare il corso delle acque nella guerra offensiva e difensiva con un numero di esempj istruttivi su quanto è accaduto, di più numerando quando avvennero; la terza contiene delle massime sul miglior modo di difendere le piazze coll' azione delle mine e delle acque.

Sezione I.

Ove si descrivono alcune chiaviche atte a formare delle innondazioni, applicate alla difesa di Menin prima che fosse demolito.

Non volendo lasciare cosa alcuna a desiderare di tutto ciò che può dare una perfetta intelligenza di questo capitolo, comincierò dal descrivere alcune chiuse atte a produrre grandi innondazioni: è vero che ne ho già fatta menzione nell'articolo 544, parlando della chiusa della cittadella di Valenciennes, che sarebbe utile esaminare di nuovo; ma siccome quelle di cui parlerassi si chiudono con travicelli che sono più convenienti delle paratoje in molti casi, e d' altronde questa prima sezione contiene delle particolarità che era bene il far conoscere, credo che soddisferà utilmente allo scopo.

913. Fra varie belle chiaviche facenti parte delle fortificazioni di Metz, quella che si vede sviluppata su la Tavola 31, passa per la più degna di

attenzione. Infatti non ne ho veduta alcuna costrutta con più arte e solidità, ed è il carattere proprio di tutti i lavori di questa magnifica piazza. Per giudicare dell'utilità di questa chiavica vuol sapersi ch'essa è preceduta da una prima che si chiama *Desarets*, per cui passa il fiume di Seille, entrando nelle fosse della città, in guisa che serve di sostegno a questo fiume per supplire al difetto della prima che produce la grande innondazione, onde assicurarsi contro qualunque accidente; vi è da temere tanto meno in quanto si è fatto lo stesso pel secondo braccio della Seille che entra in città, come pure pel terzo che va a gettarsi nella Mosella.

Era ben ragionevole il prendere siffatte precauzioni per assicurarsi da una innondazione che si stende ad una lega e mezzo dalla piazza di cui copre più di tre fronti collaterali, come se n'è giudicato dalla sperienza fatta nell'anno 1733; si può tanto più calcolare su questa innondazione, in quanto che non sarà possibile al nemico di giugnere mai a deviarla perchè, contenuta da colline che indarno si vorrebbero scannare.

Questa chiavica è divisa in quattro passaggi, largo ciascuno 10 piedi, formati da tre pile elevate 15 piedi sopra la platea che è di 6 piedi superiore al letto del fiume, il tutto formando insieme 22 piedi di altezza, 20 de' quali sono caricati d'acqua quando l'innondazione è completa.

914. La ragione che costrinse ad elevare in tal modo la platea fu quella di conservare in ogni tempo un punto d'acqua determinato ai mulini chiusi nella città, altrimenti si sarebbe collocata al livello del fiume, come si è fatto per la chiavica Desarets. Frattanto, per avere all'uopo la libertà di mettere la fossa della piazza a secco, si è praticato sotto ciascuna spalla un acquidotto coll'incile in E corrispondente ai canaletti E F chiusi da due paratoje che si maneggiano sullo spianato delle spalle stesse. Inoltre il risalto che ha la platea produce un ottimo effetto per la solidità della chiusa, mentre fa sì che le pile non sostengano che la metà della spinta dell'acqua di cui sono caricate, se avessero tutta l'altezza del sostegno, come in quella di Desarets, che è simile a questa, avente pure 40 piedi di passaggio. Le pile hanno 36 piedi di lunghezza compresi i rostri davanti e di dietro, e 9 piedi di spessore col doppio incastro S per dar luogo a due ordini di travi Q, R, che vi s'introducono con funi ed uncini di ferro attaccati su ciascuna delle loro faccie verticali alla distanza di 18 pollici dalle teste; queste travi posate in coltello sono di legno di quercia con 12 per 9 pollici di squadratura, e si tengono al coperto in un sotterraneo a prova di bomba per impiegarle all'uopo. Questa chiavica, essendo stata stabilita sopra un buon fondo, si è fatto a meno di palafittarla ed anche di farvi un graticolato, ma siccome era di tanta importanza il guarentir bene la fondazione dall'effetto dannoso delle acque che avrebbero cercato di penetrare per di sotto quando sono sostenute alla loro massima elevazione, ne furono assicurate le estremità con file di palanche M, rappresentate nelle figure 3 e 5, e meglio ancora nelle figure 1 e 2, che servono a sviluppare con un profilo ed un pezzo di pianta, lo apalto X Y che si è fatta dalla parte del sostegno delle acque.

915. Per giudicare della cura onde questo lavoro è stato eseguito attesa l'importanza sua, sappiasi 1.° che si è prolungata per 6 piedi la

fondazione al di là della parete Z formante il risalto della platea: 2.° che questo spalto è stato appoggiato contro le palanche M di 6 per 12 pollici inchiavate fra due briglie K di 8 e 9, sostenute da pali L della stessa squadratura; 3.° che queste briglie sono legate a chiavi o traverse N, lunghe 12 piedi che incrociano ed incastrano un corso di panconi O aventi entrambi 8 a 9 pollici: finalmente che tutto questo legname ben bene inchiavato nella murazione è stato poscia coperto da un tavolato H di 3 pollici, ritenuto da un cordone G tagliato a sbieco.

Riguardo al margine esterno D della fondazione vedesi che senza farvi spalto, si è creduto bastante di aumentare di tre piedi il suo spessore per una larghezza di 10, per assicurare le chiavi che ritengono le briglie della fila di palanche, ricoperte al pari delle briglie da una corsia di tavoloni D.

Passo sotto silenzio ciò che è stato praticato nella costruzione del rimanente dell' opera, non contenendo cosa alcuna che non sia stata insegnata nel primo volume. Dirò soltanto che la platea pavimentata di pietre tagliate ha un declivio T V che segue la curvatura di una cicloide per dargli più grazia, e portare dolcemente lontano le acque, onde non iscavino al piede della caduta.

916. Si vede bene che la larghezza di questa specie di chiaviche situate sopra un fiume, va proporzionata alla massima quantità d' acqua che vi deve passare, e che da ciò si determina il numero dei passaggi, per conseguenza quello delle pile: queste pile si sopprimono quando la larghezza non eccede i 12 piedi, perocchè allora le due spalle bastano praticandovi duplici incastri come qui, per aver due tramezze invece di una, ed assicurare di più il ritegno cagionato dalla prima, nella quale il peso dell'acqua trovasi sollevato dall' altezza di quella che sostiene la seconda, come si è spiegato all' articolo 139. In quanto all' altezza delle dette chiaviche al di sopra della platea, basta che superi di due piedi circa quella delle acque più alte a cui potrà salire l' innondazione.

917. Per dire qualche cosa del buon uso dei travi, essi hanno questa comodità che aumentando o diminuendo il loro numero, si sostiene l' innondazione all' altezza che si vuole, il che possono fare quattro uomini con un meccanismò dei più semplici, perocchè la spinta dell' acqua non agisce mai che nel luogo del suo livello per la trave che gli è opposta; quindi è per loro indifferente che l'acqua sostenuta sia molta o poca, mentre non è lo stesso di una paratoja, perocchè essa sostiene la spinta totale. Quindi si è veduto negli articoli 555, 556, che non si poteva elevare un poco se non con l' ajuto di un apparecchio di macchine sempre esposte ad essere distrutte dal cannone o dalle bombe, a cui le travi sono assai meno soggette; d' altronde gli accidenti che possono loro succedere possono ripararsi all' istante.

918. Per tutte queste ragioni si fa uso in oggi di questa maniera di serrare le chiaviche destinate alle innondazioni a preferenza delle altre, anche per quelle che sono rinchiuse nelle città, come vedesi a Metz, alla seconda ritenuta del braccio della Saille, che attraversa questa piazza. Siccome occorrevano ad essi circa 24 piedi di passaggio sotto il parapetto, se ne fecero due contigue ciascuna di 12 piedi, separate da una pila che ne ha 9 di spessore e 18 tese di lunghezza, 10 delle quali per la larghezza del parapetto, servono a portare le due volte di 15 piedi di altezza sotto la

chiave che coprono i pertugi. In quanto alle rimanenti 8 tese che corrispondono all' interno della piazza, esse col rivestimento delle rive che servono di spalle, formano la chiavica di cui si tratta, che per conseguenza ha due passaggi di 12 piedi ciascuno per 20 piedi di altezza sopra la platea, per corrispondere a quella delle acque della Seille, quando l' innondazione è completa.

919. Le faccie della pila e delle spalle sono accompagnate da incastri per collocarvi all' uopo tre tramezze di travi per meglio assicurare questa ritenuta. Io taccio che per la sicurezza della piazza ciascuno di questi passaggi si chiude con una saracinesca, o cancello coperto da un edificio elevato sul parapetto; questi cancelli sono sospesi con perni a vite che si fanno salire o discendere con dadi che servono di fuso ad un mulinello orizzontale che somministra le leve alla potenza.

920. Si osserverà che le porte d'acqua come la precedente non si adoperano che nei piccioli fiumi che passano nelle piazze di guerra, e che quando sono molto larghi si approfitta dei ponti di pietra che lo attraversano nell' interno della piazza per ritenere le acque che debbono produrre l' innondazione, per cui si chiude all' uopo ciascun' arcata con una o più paratoje contigue come al ponte dell' alta Mozella a Metz, ovvero con travicelli come si è fatto a Sedan al ponte della Mosa, di cui farò una particolare menzione sul terminare del quarto libro, parlando della costruzione dei ponti in generale. Nello stesso libro si troveranno pure alcune altre cateratte acconcie a facilitare la navigazione dei piccioli fiumi, e di cui si può anche fare un uso buonissimo per formare delle innondazioni; perciò rimando a quel luogo piuttosto che descriverle qui per timore di troppo distrarmi dall' attuale argomento.

Siccome, eccetto gl' ingegneri, molte persone non hanno che un' idea confusa dell' uso che si può fare delle cateratte nella difesa delle piazze, ecc o un esempio di ciò che si poteva eseguire con quella di Menin prima del la sua demolizione.

921. Per maggior intelligenza bisogna prima sapere 1.° che il fiume Lis entrava in Menin passando sotto il parapetto A, Tav. 32, ov' era una chiavica per arrestare il corso quando si voleva; 2.° che dopo aver percorso lo spazio A E S, aveva due uscite l' una in D e l' altra in F ove si trovavano pure delle chiaviche; 3.° che vi era un ponte a due arcate T: 4.° delle ture di murazione in L, N, K, Z, P, G; 5.° che nella fossa della fronte che guarda al nord, naturalmente asciutta per l' elevazione del terreno, se ne trovava un' altra L M N, abbastanza profonda per farvi passare parte delle acque del fiume.

Ciò posto vedesi che serrando la prima chiavica A, e quella delle ture L K, il fiume formava la grande innondazione sostenuta dalla diga d'Halvin C, e della diga B che la separava dalla fossa della piazza limitata d'altronde a destra ed a sinistra dai colli vicini, il che s' intende abbastanza senz' altra spiegazione. Si osserverà soltanto che l' ingresso delle acque nella città era coperto dal pezzo I, come si pratica d' ordinario, e quest' ingresso e le sue uscite si chiudevano di notte con un cancello facente le veci di porta d' acqua per la sicurezza della piazza. Uno di questi si vede sviluppato su la Tavola 21, relativa all' articolo 264 del volume primo.

922. Per formare la seconda innondazione che non poteva aver luogo se non prima della precedente, si serrava la chiavica F al pari dell'esterna H, e si lasciavano aperte le altre due A e D; allora il fiume, costretto a passare per la fossa D V T X, straripava su la prateria a levante, perocchè era ritenuta dalle ture G, dall' estremità della diga Z B e della chiavica H, senza che le acque potessero spandersi nella Lis, la cui riva destra era innalzata espressamente per sostenerle. Quindi, finchè la chiavica F restava chiusa, il fiume non poteva seguire il suo corso naturale nella sua parte inferiore se non aprendo la chiavica H. Si poteva anche innondare il terreno ove scorre il ruscello di Guelves che si scaricava pel ramo Y Q nella fossa della piazza, perciò bastava serrare una picciola chiavica Q posta nella strada coperta.

923. Riguardo al corso delle acque nella fossa della doppia corona per concorrere alla sua difesa, vedesi che serrando la chiavica A per sostenere il fiume dalla parte di sopra, bastava aprire quella della tura L che riempiva il fossato L M N. Questo si poteva poscia mettere a secco rinserrandola, ed aprendo le altre delle ture N e P per lasciare alle acque la libertà di passare nella parte di sotto R della Lis, onde ricominciare la stessa manovra. Si osserverà che si poteva del pari ingrossare od evacuare l' acqua della fossa K Z coll' ajuto delle chiaviche praticate nelle ture K e Z, e per conseguenza farla circolare intorno al recinto. Aggiugnerò che per intender bene il meccanismo di tutte queste picciole chiaviche sarebbe utile rileggere il capitolo relativo all' articolo 565.

Da tale esposizione risulta che le innondazioni precedenti, mettendo al coperto le due fronti della piazza che guardavano all' est ed all' ovest, Vauban credette di far a meno di costruirvi opere esterne e non si appigliò che a fortificar bene le altre, principalmente la parte al nord perchè il terreno offriva al nemico più facilità che altrove per condurre gli attacchi; perciò il suo disegno era quello di renderla ancor più rispettabile proponendo di farvi l' opera a corno che vedesi punteggiata.

Sezione II.

Dell'arte di far uso delle acque nella guerra offensiva e difensiva, con un numero d'esempj memorabili in cui se ne fece uso con successo.

924. Se si risale all' antico spirito della fortificazione, che era quello di mettere un piccolo numero d' uomini in istato di sostenere lungo tempo gli sforzi delle più potenti armate, si sentirà tutto il vantaggio che si può tirare dal buon impiego delle acque per la difesa di una controscarpa, ma bisogna che i pezzi che debbono proteggerla sieno disposti convenevolmente onde le comunicazioni col corpo di piazza e l' azione delle chiaviche non possano mai essere interrotte, e che da una parte e dall' altra vi sia un accordo reciproco. Siccome questa massima è incontestabile, non si ha luogo di essere sorpresi che nessun autore che scrisse su la fortificazione non abbia fatto veruna differenza nel modo di fortificare il di fuori delle piazze aventi

dei fiumi a loro disposizione per innondare le fosse, e quelle che avendole asciutte sempre esigono un altro sistema di difesa, relativo alla natura del terreno ed alle manovre di una guarnigione vigorosa.

925. Ognuno conviene che per divenire buon architetto bisogna viaggiare in Italia onde formare il gusto nei preziosi avanzi dei monumenti antichi; del pari non si possono avere idee superiori su la fortificazione e trattarla come si conviene a tutte le combinazioni della difesa di cui può essere suscettibile secondo i luoghi, se non percorrendo le piazze forti d'Europa per istudiare ciò che hanno di più degno di essere rimarcato relativamente a ciò che di essenziale è avvenuto negli assedj che provarono; mentre nei libri non si trovano che regole comuni che non sono a considerarle bene, se non che una ripetizione di ciò che dissero quelli che hanno scritto pei primi. Nondimeno il modo di attaccare le piazze, avendo fatto dal principio di questo secolo uno straordinario progresso, mentre la difesa sembra rimasta indietro, le cose non possono rientrare nel loro antico equilibrio se non fortificando in proporzione senza moltiplicare il di fuori al segno di non poterle sostenere se non con armate intere. La sola parte della difesa che sembra aver fatto qualche progresso è quella che si trae dal moto delle acque, nondimeno siccome pochi vi si applicano, è accaduto più volte che per mancanza di studio in questo genere di difesa, quelli stessi che ne dovevano essere i primi promotori non seppero farne uso, come si è rimarcato in moltissimi assedj e fra gli altri in quello di Touruay nel 1709.

926. Riportandoci alle memorie di Feuquieres, tomo IV, vi sono pochi esempj, ove la negligenza su tutto ciò che può concorrere alla difesa di una piazza, sia stata portata più oltre, massime in questo, pel buon uso che si poteva fare dell'acque. Quest'eccellente critico degli ufficiali generali del suo tempo, pretende che se Surville che comandava in questa piazza l'avesse meglio conosciuta, col sostenere le acque della Schelda molto più alte che non erano, avrebbe tolto al nemico la facilità di condurre tre attacchi simultanei per dividere la guarnigione, perchè facendo dei tagli nella diga della porta Valenciennes, l'innondazione si sarebbe estesa fino in faccia al bastione d'Antoin: che perciò l'attacco della fronte di questa porta sarebbe divenuto impraticabile ed il nemico sarebbe stato obbligato a ridurli a due soltanto. Aggiungo in prova di ciò che l'anno seguente il nemico avendo conosciuto meglio Tournay di quelli che l'avevano difeso vi formarono una innondazione che si estendeva per 10 leghe di campagna, in guisa che da Sant'Amand e Marchienne su la scarpa, l'acqua entrava nelle case e Condè ne fu molto incomodato.

927. Quando il maresciallo di Vauban fortificò Friburgo, fece una chiavica sotto il ponte della porta S. Martino per dar l'acqua alle fosse della piazza onde disputarne il passo più a lungo che fosse possibile, il che abbiamo sperimentato all'assedio del 1714; ma potrassi credere che in quello del 1744 gli assedianti abbiano stabilito il loro ponte di fascine al piede della breccia senza averne incomodo, perocchè evidentemente gl'ingegneri austriaci hanno ignorato all'ultimo segno le risorse di cui era capace. Questo difetto di cognizioni tanto per parte dell'assediato come dell'assediante proviene dal giudicar male il valore delle piazze; si lascia sedurre da una fronte piena di opere senz'aver riguardo alla facilità

d'impadronirsene, quando per difetto di comunicazione non sieno veri precipizj per l'assediato o feritoje esposte a tutta l'artiglieria dell' assediante. Si lasciano del pari senza attenzione le chiaviche in generale, specialmente le picciole praticate nelle tue, perchè non si vedono gli effetti di cui sono capaci: da ciò proviene che si determinano gli attacchi senz' essere istrutti in dettaglio, e si conosce, ma troppo tardi, che il lato che si credeva meno terribile è precisamente quello che offre maggiori ostacoli, e di ciò non mancano esempj. Senza voler diminuire per nulla la bella difesa che fece la guarnigione di Aire, nel corso dell' assedio del 1710, si potrebbe dubitare che questa piazza avrebbe sostenuto 50 giorni di trincea aperta, attaccata da tutte le forze degli alleati, se gli assedianti non si fossero lasciati sedurre dalla debolezza apparente della fronte che riguarda il castello. Essi avevano spinto la trincea assai presso la palizzata, il cannone batteva la piazza da più giorni, quando furono costretti ad abbandonar questo attacco, dopo aver perduta molta gente a motivo delle acque che di continuo si scaricavano, dopo che furono giunti al punto ove conveniva attenderli, perocchè fino allora avevano essi ignorato tutto il pericolo in cui erano di provare gli effetti di una chiavica che non si vedeva.

928. Noi ci siamo trovati presso a poco nello stesso caso nel 1712, all' assedio di Donay, all' attacco della fronte della porta Sant'Eloi. Dopo avere stabilito i nostri ponti su l'avanfossa per l' assalto della strada coperta, i nemici attesero il momento della spedizione, e che una parte dei nostri granatieri fosse passata dall' altra parte per abbandonare le loro acque, esse ruppero tosto i nostri ponti che lasciarono in preda al nemico quelli che si erano portati su lo spalto, ove i più fortunati si salvarono ripassando a nuoto la fossa istessa. Si può giudicare del disordine in cui c' immerse questo avvenimento, ma nondimeno si fece in guisa di ripararlo, divertendo le acque che avevano interrotto i nostri progressi, mentre questo attacco era troppo avanzato per abbandonarlo. Se un tale evento è succeduto sotto la direzione di quegli stessi che due anni prima avevano difeso questa piazza, e che per conseguenza debbono conoscerla bene, a maggior ragione devesi diffidare delle acque quando si fa la guerra in un paese ove non si ha lo stesso vantaggio, specialmente quando si scorgono delle fronti che non sembrano fortificate con tanta cura come le altre, essendo presumibile che se in un certo lato della piazza l'equilibrio sembra mancare, un assediato ben istrutto saprà equilibrarlo all' uopo.

929. L' arte di dirigere le acque non si è adoperata soltanto nella difesa delle piazze, ma anche a coprire un' armata formando una linea con cui si diminuisce la grande estensione dei trinceramenti, o si rendono di accesso assai più difficile. Qual soccorso non ne può trarre un abile generale obbligato a stare su la difesa, ma che per la buona posizione da lui scelta sa dare molta inquietudine al nemico e guadagnar tempo, da cui talvolta dipendono i successi i più impensati? Si è anche veduto innondare delle provincie intere per salvare uno stato, e la storia di Fiandra ne offre esempj che qui debbonsi riferire.

930. Nell' anno 1574, epoca della rivoluzione dell' Olanda, Francesco Valdes, generale di Filippo II, era occupato da quattro mesi all' assedio di Leida; questa piazza non aveva più viveri nè speranza di soccorso, quando questo generale gl' intimò di arrendersi, altrimenti la prenderebbe

d'assalto. I magistrati risposero *che non difetterebbero di viveri finchè loro restava il braccio manco; che lo mangerebbero se fosse necessario riserbandosi il destro per difendere la loro libertà*. Nondimeno il popolaccio stimolato dalla fame minacciava di rivoltarsi se si tardava a capitolare. Valdes, colpito da così fiera risposta, e che non ignorava l'interno fermento, credette di dover approfittarne, ordinando alla sua armata di tenersi pronta a dare un generale assalto; ma invece di effettuare questa determinazione si recò all'Aja per vedervi una dama di cui era innamorato. Avendo osservato ch'ella non gli faceva la consueta accoglienza ne chiese la cagione; al che rispose che dovesse imputarne sè stesso, non potendo considerare senza un mortale terrore il saccheggio che si proponeva dare a Leida, ove andava a perdere una quantità di persone a lei care. Valdes, per rendere il buon umore alla sua Cleopatra, le promise che a di lei riguardo questo castigo non avrebbe luogo, e mantenne la parola lusingandosi che la fame costringerebbe alla resa la città senza arrischiare il sangue de' suoi soldati. In queste circostanze i popoli del vicinato che avevano tentato invano ogni mezzo per soccorrerla, sentendo che era presso ad arrendersi, presero la determinazione di salvarla col mezzo più stravagante che siasi mai immaginato.

931. Per giudicarne bene è duopo sapere che indipendentemente dal Reno che attraversa Leida, l'Issel e la Mosa non ne sono molto distanti, che questi fiumi sono contenuti da dighe anticamente erette per impedire che le loro acque gonfiate dal mare straripino nella campagna di cui eccedono quasi sempre il livello. Queste famose dighe furono quelle che gli Olandesi stabilirono di rompere senza curarsi di seppellire sotto le acque le loro proprietà e tutti i villaggi circonvicini. Con questa terribile irruzione, essi sommersero il campo degli Spagnoli, aprirono una strada ai loro vascelli che erano rimasti a 40 miglia dalla piazza e le recarono un potente soccorso di munizioni e di soldati. Quindi si videro subitamente più di 150 navi armate in guerra cariche di gran quantità di buone truppe perseguitare da ogni parte gli assedianti che si salvavano a nuoto dopo aver disputato con eroica prodezza i luoghi eminenti, ove si erano ricoverati, ma che erano costretti ad abbandonare dall'acque sempre crescenti. Lascio pensare qual fosse la disperazione di Valdes avendo per colpa sua mancato di prender Leida allora così importante agl'interessi della Spagna, e perduta una gran parte della sua armata senza parlare di tutta l'artiglieria che rimase in potere del nemico.

932. Nel famoso assedio di Anversa, intrapreso nel 1585, da Alessandro Farnese duca di Parma, gli Olandesi tentarono di soccorrere questa piazza per una via affatto simile alla precedente. Siccome l'armata di Spagna avea fatto una barriera attraverso della Schelda con un ponte a guisa di steccato per impedire ai nemici di risalire questo fiume fino al porto d'Anversa, questi ultimi vedendo che i loro confederati non avevano potuto giugnere a rompere questo ponte, presero il partito di tagliare la dighe del fiume per far passare l'acqua del mare nel paese ed aprire con ciò un passaggio alla loro flotta. Il duca di Parma, che aveva preveduto questo disegno, e quindi premunite queste dighe con forti, situati di distanza in distanza, disputò con tanto vigore questo nuovo passaggio che gli Olandesi, di cui alquanti vascelli andavano già verso la città, furono co-

stretti ad abbandonare la loro intrapresa dopo il più straordinario combattimento; le circostanze rimarchevoli che accompagnarono questo assedio di un anno non potendo essere bene intese che pel dettaglio che ne fa lo Strada nella sua storia delle guerre di Fiandra, tomo III, invio i lettori ad essa.

932. Parecchi letterati ignorano che nel 1672, quando Luigi XIV portò la guerra in Olanda, questa repubblica dovette la sua salvezza al partito che prese di arrestare con le innondazioni i successi del vincitore. L'armata di Francia, che in meno di tre mesi si era messa in possesso delle sue piazze migliori, aveva spinto le sue conquiste fino alle porte di Amsterdam per la presa di Nairden distante tre leghe da questa capitale, che avrebbe aperto le sue porte al re, se i Francesi si fossero impadroniti, come il potevano, di Muyden che ne è quasi la chiave. Essendo in possesso di questo posto si era pure impadronito delle chiuse da noi descritte, articolo 514, punto essenziale per prevenire il danno che se ne poteva ricevere. Questa spedizione era tanto più facile in quanto che il principe d'Orange aveva trascurato di mettervi una guarnigione; ma Maurizio di di Nassau, che ne conobbe tutta l'importanza, avendolo occupato con un corpo di truppe, sua prima cura fu quella di aprire queste chiaviche per lasciar libero un passaggio al mare che innondò tosto il paese, e fermò con ciò il progresso delle armi di Francia.

Nell'anno istesso avendo il re preso Maestricht nel mese di giugno, avea formato il disegno di assediare immediatamente dopo Bois-le-Duc e Breda, ma edotto che vaste innondazioni rendevano queste piazze inaccessibili non spinse più oltre le conquiste di tale campagna. Io non terminerei mai se volessi riferire tutti i casi ove le acque hanno servito ad arrestare i progressi di questo monarca nel corso di tal guerra, e le altre memorabili occasioni ove facilitarono ad una picciola guarnigione il modo di sostenere un lungo assedio, pel vantaggio di non far fronte che da una parte sola, mentre senza il loro soccorso il nemico si sarebbe prevalso della necessità in cui avrebbe posto i nemici di separarsi.

934. Non solo nella guerra difensiva le acque possono essere di un grande soccorso, si può anche farne uso per l'offensiva, facendole scorrere contro il nemico e costringerlo a subire la legge che gli si vuole imporre. È sorprendente che da questa specie di attacco non siasi tirato tutto il partito di cui è suscettibile.

Nel tempo che la Francia era lacerata dalla Lega, la città di La Fere era una delle più esaltate contro il partito d'Enrico IV, pei maneggi di un certo Colas, a cui gli Spagnuoli ne avevano dato il comando. Questa piazza attraversata dal fiume Oise, in una pianura circondata di alture passava per la più forte di Picardia ed era la sola del regno che rimanesse da sottomettere, il che impegnò il re nel 1595, a farne l'assedio in persona. L'impresa era difficile e sembrava richiedere assai tempo, perocchè non vi si poteva avvicinare che per gli argini delle porte di Nostra Donna e di S. Firmino, ben fortificate con buone opere esteriori, senza parlare della cittadella che proteggeva anche quest'ultima corrispondente al lato che sembrava più accessibile; perocchè gli altri non lo erano punto per le innondazioni che si stendevano molto lungi e massime al nord.

Era già del tempo che il re aveva cominciato questo assedio e che si erano piantate varie batterie che non operavano molto per la loro grande

distanza dalla piazza, il che ne rendeva incertissima la resa, specialmente in una stagione così avanzata come è il mese di novembre, quando questo principe per accelerare la sua conquista ricorse ad un mezzo che gli riuscì bene.

Avendo scelto ad un quarto di lega sotto la città il luogo più stretto della prateria, ove la sua larghezza di circa 350 tese è limitata a destra ad a sinistra dalle alture corrispondenti ai villaggi di Andelin e di Bautor; ei fece fare una diga che fu simultaneamente eretta alle sue due estremità, per essere condotta per una stessa linea retta dalle alture precedenti fino alla sponda del fiume Oisa, che passa nel mezzo del loro intervallo; quando questa diga fu terminata se ne congiunsero le due estremità con una tura che attraversava il fiume. Arrestato allora nel suo corso rifluì fino alla città che innondò per l'altezza di varj piedi, perocchè le acque non potevano scolare pei fianchi, essendo turati fino alle eminenze vicine delle due dighe di cui si è parlato; quindi l'innondazione crescendo sempre, gli assediati si videro nella indispensabile necessità di arrendersi. Se si fosse pensato a far più presto questa diga che ora sussiste ancora quasi interamente, la presa di La Fere sarebbe stata l'opera di pochi giorni, malgrado la lunga resistenza di cui era capace.

Si converrà che esiste un gran numero di piazze nella posizione da me descritta, che si possono prendere con lo stesso mezzo; ne conosco una fra le altre delle più forti d'Europa che si troverebbe in una situazione molto imbarazzata, se in caso di assedio si tagliasse la sua comunicazione co' suoi dintorni facendovi rifluire il fiume che scorre fra essa.

935. Nel 1673, il vescovo di Munster alleato della Francia contro l'Olanda penetrò nell'Over-Issel per assediare Coewerden. Essendo certo che gli abitanti che qualche tempo prima avevano sperimentato la crudeltà delle sue truppe, sosterrebbero finchè potessero la difesa della loro città, ricorse al precedente ripiego sperando così d'impadronirsene con poca spesa. Attraversò il fiume Vecht con una forte diga che si appoggiava alle più vicine eminenze onde costringere le acque ad innondare la città: trattanto, siccome vi era luogo a temere che i nemici non venissero ad interrompere per forza questo lavoro, lo fece sostenere da forti ove collocò una parte delle sue truppe. Questo terribile prelato si applaudiva già del vicino successo del suo stratagemma, quando per un uragano accadde improvvisamente una piena che rovesciò la diga coi forti, annegò le truppe che li guardavano, e costrinse il loro capo a ritirarsi con molto disordine ed abbandonare la sua intrapresa che non fallì se non perchè la diga non fu costrutta con bastante accuratezza.

Un' armata che non ha la superiorità del numero e che si trova però in istato d'intraprendere un assedio, non può in certi casi far gonfiare le acque di uno o più fiumi per formare dalle innondazioni capaci con la loro estensione di diminuire considerabilmente la circonvallazione della piazza che si vuol assediare e con ciò tenersi più in forza contro le intraprese del nemico? Quante volte non è stato negletto questo espediente nelle occasioni in cui poteva adoperarsi? Credo che non sia duopo il dire essere necessario che le dighe che vi si faranno sieno guarentite da ogni accidente e sostenute da buoni ridotti di campagna.

936. Quando si fa la guerra in un paese acquatico, esso esige molta

circospezione per stabilire quartieri d'inverno, per tema di esporre le truppe ad una perdita inevitabile per le innondazioni che i nemici possono formare all' improvviso, o tagliando gli argini che tengono i fiumi nei loro letti od arrestandone il corso per farli straripare. Grandi capitani vi incapparono, per non essere stati sulle difese; se ne giudicherà da quest'esempio che non sarà fuori di luogo, mentre appunto pei militari scrivo questo capitolo.

Dopo la resa d'Anversa, il duca di Parma, avendo distribuito la sua armata ne' quartieri d' inverno, cinque mila uomini comandati da Bobadille, ufficiale di grande rinomanza, furono mandati all' isola di Bommel formata dalla Mosa e dal Vahal che la circondano. Questi cinque mila uomini, il fiore delle truppe Spagnuole, cominciavano a riposarsi dalle fatiche di un assedio così lungo e penoso, quando impensatamente furono ridotte alla più grande estremità.

Hollac, uno dei generali Olandesi, uomo intraprendente che cercava di segnalarsi con colpi arditi, avendo unito una flotta di circa cento vascelli si recò per la Mosa presso Bommel; tagliò le dighe che guarentivano quest' isola, la sommerse ad un tratto in guisa che Nobardille durò fatica a far passare la Mosa alle sue truppe per rifugiarsi nel villaggio d'Emple e nei dintorni, ma non vi trovarono sicurezza maggiore, siccome il territorio da Bommel fino a Bois-le-Duc essendo molto basso, l'innondazione divenne ben presto generale in guisa che gli Spagnuoli non si poterono salvare che ritirandosi sopra tre piccoli monti separati che formavano come altrettante isole.

Hollac, che avea fatto passare la sua flotta su questo nuovo mare, gonfio del proprio successo, intimò a Bobardille di arrendersi a discrezione, facendogli conoscere che nella critica situazione in cui si trovava il valore gli era ormai inutile. Il generale Spagnolo rigettò come indegna di sè la proposta, sperando di poter fuggire a qualche evento fortunato, ma d'onde poteva sperarlo se Mansfeld ed Aquila separatamente avevano invano voluto soccorrerlo?

Nondimeno le acque che andavano sempre crescendo, si appressavano a toccare le eminenze senza che i cinque mila prodi incoraggiati dal loro capo ne sembrassero maravigliati, malgrado la fame ed il freddo insopportabile che provavano, avendo risoluto di perire anzi che arrendersi, quando per un avvenimento che ha del prodigioso, accadde un forte gelo che mutò ad un tratto la sorte delle due fazioni. Hollac si vide costretto a ritirare a forza di remi la sua flotta nella Mosa per timore di non essere ritenuto nella campagna egli stesso dai ghiacci, e che gli Spagnoli non gli facessero pagar caro lo stato a cui li avea ridotti; infatti non era ancor bene disimpegnato che i ghiacci permisero a questi ultimi di perseguitare i loro nemici i quali ebbero grande difficoltà a ripassare pei tagli da loro fatti.

Bobadille ed i suoi felicemente liberati furono poscia accolti da Mansfeld seguito dagli abitanti di Bois le-Duc che gli andarono incontro carichi di viveri per condurli nella loro città, che con questo buon procedere si attirò il favore del duca di Parma.

937. Quando una piazza sorge in un paese piano su le coste dell'Oceano, s' incontra grande facilità a formare delle innondazioni per allontanare gli

approcci da una o più fronti; allora si può rivolgere tutta l'attenzione a fortificar bene le altre che non avranno lo stesso vantaggio, perocchè le chiaviche di scarico che serviranno a spazzare il porto, daranno ingresso alle acque del mare che si riterranno nella campagna serrando le porte delle chiaviche stesse. Si potrà calcolare tanto più su tali innondazioni, in quanto che l'inimico volendo divertirle, sarà sempre impedito dal fuoco; d'altronde quando non si avesse questo espediente, giova osservare che un terreno naturalmente acquatico stato innondato diviene così fangoso che non si possono scavare trincee praticabili se non lungo tempo dopo che se ne sono fatte scolare le acque; quindi basta che la piazza guadagni tempo o si sostenga più a lungo che è fattibile, del resto non importa il modo.

958 Quando s'incontrano dei luoghi ove il terreno che si vuole innondare è sensibilmente più elevato del livello delle acque si taglia in tutti i sensi con fosse chiamate *criques* che comunicano con la chiavica più alla portata di riempierle di acque. Se malgrado questa precauzione rimanessero ancora su lo stesso terrenò degli spazj di cui il nemico potesse approfittare in tempo di assedio per stabilirvi le sue batterie, si occupano con alcuni ridotti che daranno l'agio di sorprendere alle spalle i lavori che fossero condotti contro la piazza come si è detto all'articolo 73, parlando di quelle di Dunkerque.

938. Se le chiaviche degli stessi porti corrispondono a fiumi si potrà farne gonfiare le acque ed anche ingrossarle con quelle del mare allo scopo d'innondare luoghi lontani per tagliare al nemico importanti comunicazioni. Potendo succedere che queste chiaviche sieno troppo discosto, se ne costruiranno altre più proprie ad adempiere lo scopo che si propone e si sosterranno con forti di cui il nemico non si possa impadronire senza formar tanti assedj che avranno anch'essi le loro difficoltà per parte delle acque che le circonderanno.

Siccome non vi sono se non le circostanze locali che possano determinare il partito che bisognerà prendere per constatare i progetti di questa entità, è assai difficile il prescrivere regole a tale riguardo; dirò nondimeno che non si combineranno mai troppo i vantaggi e gli svantaggi che potranno risultare dalla posizione delle chiaviche quando si vorranno dirigere alla difesa del paese in pari tempo che adempiranno oggetti particolari o di navigazione o per asciugare giornalmente un paese acquoso. Bisogna fare in guisa ch'esse concorrano reciprocamente allo stesso scopo, cioè che al bisogno le une possano supplire al difetto delle altre, e che quando le cose saranno rientrate nell'ordine comune facilitino un pronto scolo senza che rimangano stagni, come se ne vede tra Bergue e Furne, che oltre la perdita del terreno produrrebbero esalazioni contrarie alla salute degli abitanti vicini. Si faranno adunque moltissime livellazioni per conoscere esattamente lo stato dei declivj e contro declivj, per tema di commettere degli errori che non si potrebbero correggere.

I fiumi dei quali si trae il miglior partito per la difesa delle piazze sono quelli che le attraversano, perocchè oltre le innondazioni che producono offrono più mezzi degli altri per disputare il passaggio delle fosse, come possono fare la Lis ad Aire, la Schelda a Cambray e Valenciennes la Deuille a Lilla, la Scarpe a Douay, la Haine a Condé, la Colme a

Bergue, la Sambra a Maubeuge, la Mosa a Verdun, la Seille a Metz, l'Ill a Strasburgo, la Queviche a Landao, ecc. che sono tutte piazze rimarchevoli per la saggia disposizione delle loro chiaviche. Non già che non si possa utilmente far uso dei fiumi che passano nelle vicinanze di una piazza, quando non ne sono che poco lontani, ma costringono a fare delle opere molto avanzate per sostenere le chiaviche ed in tempo d'assedio col dividersi la guarnigione s'indebolisce.

940. Giova osservare che quando un'innondazione si estende molto lungi dalla città che protegge, vi è questo danno per l'assediante che non potendo rinchiuderla nella sua linea di circonvallazione a meno che non abbracci una troppo grande estensione di paese, esso non può a cagione dello straripamento dell'acque, fare dei ponti su la parte superiore del fiume per la comunicazione dei quartieri che separa, non può anche contar troppo sui ponti della parte inferiore, perocchè se nel tempo che si presenterà un'armata per far levare l'assedio, la piazza rilascerà subitamente le acque, potrebbero anche distruggere gli stessi ponti e levare con ciò al lato attaccato ogni mezzo di soccorso.

Tale era nel 1674. la situazione del principe d'Orange sotto Oudenarde. Dopo aver perduto la battaglia di Seneff, egli per velare il suo infortunio, intraprese l'assedio di questa piazza, ma lo levò in grande disordine all'arrivo del principe di Condè, perocchè i quartieri separati dall'innondazione della Schelda non potevano comunicarsi per sostenere la linea da lui fatta, e fu costretto ad abbandonarla per la facilità che il principe avrebbe avuto di forzarla.

941. La difficoltà d'investire egualmente tutti i dintorni di una piazza, le cui innondazioni si estendono molto lungi, può anche divenire molto favorevole ad una guarnigione tanto per ricevere rinfreschi e soccorsi, quanto per isfuggire al nemico in caso che volesse imporgli la dura condizione di non riceverla che prigioniera di guerra. Una innondazione non è mai così completa che non lasci qualche diverticolo dal quale possano temersi notturne sorprese; d'altronde non si può senza rumore far scolare una parte delle acque della strada che si ha divisato di percorrere? Ma bisogna bene conoscere il paese, averlo prima fatto scandagliare da uomini sicuri che possano in seguito servire di guida e trovarsi alla portata di raggiugnere una città vicina: questo può da sua parte facilitare questa ritirata quando da una parte e dall'altra i capi sieno bene concertati. Ciò non è difficile quando un governatore fa tutto il possibile per essere informato di quanto succede al di fuori. Che rischia egli? Il suo peggio sarà forse quello di cadere in una grossa mano di nemici e di provare la sorte che loro si destinava, ed anche ciò non può succedere se non per mancanza di nerbo ad aprirsi un passaggio fra le truppe che il caso può fargli incontrare. Qualunque sia l'evento, la sua condotta sarà sempre gloriosa, ma tutto sembra annunciare che ne uscirà felicemente.

942. Nel 1705, al finire della campagna del Reno, l'armata imperiale assediava Haguenau, piazza di mediocre resistenza, situata nella Bassa Alsazia a sei leghe da Saverna; fatta la breccia la guarnigione di due mila uomini era in pericolo di essere presa d'assalto, oppure dopo la presa della strada coperta che non resisteva più a lungo, quando Dupery maresciallo

di campo e comandante la piazza, chiese una capitolazione onorevole, offrendo di arrendersi dopo tredici giorni se non veniva soccorso; la sua proposizione fu con alterigia rigettata dal generale Thungeo, rispondendo che la guarnigione di lui non avea da sperare altro trattamento che di essere fatta prigioniera di guerra. Dupery istrutto che non era punto investito dalla parte di Saverne ov' era una palude male innondata, formò il disegno di fuggire la notte seguente con la propria guarnigione. Per riuscire finse di voler fare una grande sortita, dispose tutto per ciò, ed ordinò ai cittadini sotto pena della vita di rimaner chiusi nelle loro abitazioni dal tramonto del sole fino al domani mattina: raccolse quindi tutta la sua gente e la fece passare nella strada coperta d' onde marciò verso le dieci ore per giugnere alla palude, non lasciando della parte dell' attacco se non due cento uomini per fare un fuoco continuo con ordine di partire a plutoni nel tempo assegnato. Il tutto riuscì perfettamente. Dupery gionse verso le sei ore del mattino a Saverne seguito dal distaccamento che avea lasciato indietro.

943. Per poco che vi si osservi vedrassi che se il terreno suscettibile d' innondazione ha un declivio molto sensibile, l' innondazione non sarà molto estesa, perocchè dalla parte superiore le acque cadranno sopra sè stesse verso la piazza tosto che si farà gonfiare il fiume; il partito che si prende è quello di sostenerla ad intervalli con dighe situate a giuste distanze le une dalle altre per formare altrettanti bacini a cascate che si comunicano con picciole chiaviche o semplicemente con aperture praticate nelle dighe, articolo 574, protette da ridotti ed altre opere per difenderne l' accesso.

In quanto alla parte di sotto queste dighe sono ancor più indispensabili in un paese piano che non è circondato da eminenze per ritenere le acque, altrimenti seguirebbero il pendio naturale del terreno, ben inteso che questa seconda innondazione non può aver luogo se il fiume non è attraversato da una chiusa sotto la piazza per farvi risalire le acque; allora si sostiene non con un semplice posto che sarebbe troppo arrischiato, ma con un forte di cui il nemico non possa impadronirsi se non assediandolo formalmente. Questo è il caso in cui si trova il forte S. Francesco su la Lis sotto Aire, e quello dell' Escarpe sotto Douai, che abbiamo assediato in pari tempo della città, nel 1712, per insignorirsi delle acque della parte bassa e costringere la guarnigione a dividersi. Ma prima di eseguire un tale progetto conviene esaminare bene se la spesa ecceda molto quella che occorrerebbe per fortificare il lato della piazza di cui si tratta, onde vedere qual partito potrebbe essere più vantaggioso per una buona difesa.

944. Non è sempre l' abbondanza delle acque di cui si può disporre quella che produce i più grandi effetti. S' incontrano talvolta dalle favorevoli situazioni da cui si può tirare a poche spese un eccellente partito da un picciolo fiume; il tutto dipende dal saperne maneggiare con arte il corso: quello d'Ypres su cui è edificata la città dello stesso nome, ne offre uno dei più rimarchevoli esempj. Questo fiume che considerandolo bene non è che un grosso ruscello, è stato regolato con tanta economia, al bisogno interno ed alla difesa di questa piazza, che non credo che si possa veder nulla di meglio inteso. Per non parlare se non di quanto ha rapporto alla

sua fortificazione, si saprà che dopo aver formate due grandi innondazioni, questo ruscello si spande nelle fosse intorno alla piazza, ove all' uopo può adempiere per la difesa della piazza molti effetti diversi mediante le picciole chiaviche praticate nelle ture ed altrove, poscia termina il suo corso dando l'acqua ad un canale navigabile che mette questa piazza in istato di commerciare con le altre vicine, alle quali comparte le ricchezze che loro procura la vicinanza del mare. Quando si esamina pulitamente ciò che produce questo ruscello maraviglioso, non si può ammirare troppo la sagacità del genio che diresse le fortificazioni di questa piazza che si può riguardare come una scuola eccellente per fornire una quantità d'idee a quelli che hanno interesse d' istruirsi bene del soggetto che ora io tratto, il che non si può fare con successo che nei luoghi stessi, altrimenti mi sarei diffuso in maggiori ragguagli.

945. Le piazze situate all' imboccatura di un fiume che si getta nemare, come Nieuport su l' Iperle, sono pure nel caso di tirarne grande vantaggio per la difesa, poichè si potrà procurare ad esse, presso a poco quei vantaggi di cui gode questa città. Si è dedotto anticamente un canale dal fiume che cinge il labbro dello spalto della strada coperta ove fa le veci di antifossa nello stesso tempo che facilita una vasta innondazione per difenderne l' accesso mediante l' azione di più chiaviche. La principale sostenuta da un buon forte è situata attraverso dell' Iperle fra il mare e la piazza che non è distante se non che mezza lega; mediante questa chiavica la città dispone nel tempo delle alte maree di tutta l' acqua di cui ha bisogno per allontanare gli approcci ed opporre incessantemente nelle fosse nuovi ostacoli all' assediante quando vorrà impadronirsi delle opere esterne, se ha da fare con un presidio che sappia valersi della sua posizione che, è delle più felici per acquistar molta gloria, poichè fino a tanto che possederà il forte della chiusa, essa può con della costanza fidare la sua conservazione al moto delle maree.

Si è veduto del pari quanti vantaggi si potevano tirare dalle acque del fiume Aa e da quelle del mare per la difesa di Gravelines coll' ingegnosa posizione delle chiuse di cui abbiamo spiegato il giuoco negli articoli 488, 489 e 490, che si farebbe bene a rivedere per collegarli alle viste che cerco insinuare in questo capitolo.

946. Fra tutte le città dei Paesi-Bassi quello i cui approcci sono più difesi da una generale innondazione, è Dendermonde; vantaggio ch' essa trae dalla sua posizione al confluente della Schelda e del fiume Dander che la attraversa. Quindi essa non è fortificata che da un vecchio recinto che le basta, perocchè non vi si può avvicinare se non con dighe strettissime sostenute da buoni ridotti che saranno anch' essi di difficile accesso quando l'assediato vorrà difenderli, non essendo che a 40 tese dalla piazza e guarentiti dalla stessa innondazione. Quindi questa città che dapprima non sembra guarentita che da una sorpresa, puossi considerare 24 ore dopo aver chiuse le sue chiaviche come una delle migliori piazze di second' ordine.

Per giudicar bene si sappia che al nord la Schelda la copre e bagna il piede del suo recinto per una fronte di circa 35 tese soltanto, e che il rigonfiamento del fiume Dender che viene dal sud-ovest, innonda tutto il restante del suo perimetro per una grandissima estensione di paese e non si

può deviare se non imperfettamente, perocchè le tre dighe che corrispondano agli aditi dividono l' innondazione in altrettanti bacini che ai succedono dall'ovest all' est. Ed inoltre possono essere di continuo rinnovate da questi due fiumi mediante un canale o larga fossa che regna all' intorno dalla parte superiore della Schelda fino all' inferiore, osservando che attraversa le dighe pei luoghi ove sono tagliate dalle chiuse situate sotto il fuoco dei ridotti precedenti. Nulla di più semplice di questa disposizione e in pari tempo di più idoneo ad arrestare lungo tempo il nemico, allorchè un comandante coraggioso regola la sua condotta secondo la conoscenza che deve avere di ciò che l' assediante può o no intraprendere contro la sicurezza di una piazza: altrimenti è da temere che non vedendosi circondato di opere esterne, la sua immaginazione non lo inganni. Ciò può avvenire quando non si sente che le acque presentano delle difficoltà spesso più insormontabili che non farebbe una fortificazione che non si fosse in caso di sostenere per difetto di gente, mentre la difesa per mezzo delle acque non ne esige che poca. Aggiugnerò che quando la salvezza di una piazza dipende come qui dalle innondazioni, fa duopo non solo che le chiaviche che le producono sieno perfettamente al coperto, ma assicurarle anche con duplici e triplici conserve che possono in caso di qualche sinistro, supplire al difetto dei primi, come si è veduto all' articolo 913, essendo le bombe i fulmini di guerra che le chiaviche debbono temere più di ogni altra cosa, e di cui è impossibile guarentirle.

947. Prima che fossero demolite le fortificazioni di Mons non vi era in Europa piazza più imponente per la vasta estensione delle sue innondazioni, ed il gran numero delle opere esterne tutte perfettamente appropriate alla disposizione del terreno ed alle viste di una buona difesa. Siccome, durante l' ultimo assedio nel 1746, coll' armata del principe di Condè, e meglio ancora dopo la resa, ho esaminato particolarmente tutto ciò che vi era di ammirabile, credo che la spiegazione di quanto ha rapporto alle acque, al che mi limito, non potrà che spargere molta luce su le massime precedenti, perciò riferirò le cose come se esistessero ancora. Avrei anche desiderato di dare una pianta sopra una scala più grande per ben distinguerne le parti; ma siccome fa duopo comprendervi la campagna per molta estensione, non ho potuto conseguirlo se non riducendo il tutto alle ordinarie grandezze delle mie tavole; non per tanto si intenderà sufficentemente ciò che contiene di essenziale.

948. I piccioli fiumi di Trouille e della Haine sono le sorgenti che alimentano tutte le innondazioni di cui può essere circondata la città a cui lavorarono a gara alternativamente gl' ingegneri Austriaci e Francesi; perciò essi approfittarono delle disposizioni delle praterie che vanno in pendio dal sud-est al nord-est, come se ne giudicherà dal corso della Haine che passa a 900 tese dai muri della piazza di cui innonda il lato del nord, mentre la Trouille venendo dal sud adempie allo stesso scopo dal lato opposto.

Cominciando dagli effetti di quest'ultima vedesi, Tav. 23, che entra nella città, scorrendo lungo le braccia a sinistra delle opere a corno, 4, 5 e passa pel bastione 6 che copre la porta d'acqua della garretta, poscia attraversa la città e ne esce per la sinistra della porta della riva per ridursi al villaggio di Jumappe, ove essa riceve la Haine che allora perde il suo nome, solo la Trouille conservando il proprio.

949. Le due innondazioni più antiche di Mons sono quelle che si chiamano lo *stagno dei preti* e quello *degli apostoli*, separati dall' argine che è alla gola dell' opera a corno della porta d'Havre. La prima di 5 piedi di profondità d' acqua, si forma serrando la chiavica del mulino di Jumeaux, di 6 piedi di cascata, situato in città ed aprendo la paratoja della tora 7, nel fossato del pezzo 6. Il fondo dello stagno degli Apostoli, salendo a misura che si avvicina alla porta di Nimy, la cui fossa è sei piedi superiore allo stagno dei Preti, le acque della Trouille non avrebbero potuto passare fino a questa porta se si fossero prese nella parte bassa, e perciò si è risalito il fiume fino in 10, ov' è attraversato da una chiavica vicina al Moulin-au-bois che produce un sostegno di 12 piedi di cascata. Siccome da questo luogo fino alla porta d' acqua, questo fiume ha 6 piedi di caduta, ne segue che il livello delle acque alla chiusa del Moulin-au-bois ha 18 piedi sopra lo stagno dei Preti, per conseguenza si trova 12 piedi sopra il fondo delle fosse della porta di Nimy. Dopo questa chiavica se ne è fatta una seconda 11, situata ancor più alta nella sponda sinistra del fiume corrispondente ad un canale o ruscello 11, 12 e 13, avente due piedi di pendenza, chiamato il *Trouillon* espressamente scavato per condurre l' acqua così innalzata fino nella fossa del pezzo 13; allora essa riempie lo stagno degli Apostoli, e le fosse della fronte di Nimy per l'altezza di circa 10 piedi nel luogo più eminente senza poter spandersi nello stagno dei preti, perocchè è sostenuta, come si è detto, dall'argine della porta d'Havre, e dalle ture che sono nelle fosse alla destra della sua opera a corno.

950. In quanto alle altre innondazioni al sud sono esse prodotte da una chiavica di 4 piedi e mezzo di caduta situata sotto la precedente nel luogo 3, chiamato il mulino S. Pietro fra due picciole opere di terra a guisa di ridotto. Quando la Trouille non è sostenuta che da questa chiavica e si è innalzata all'altezza cui può giungere, facendo due tagli nei luoghi 15 e 16 nelle sponde che limitano questo fiume, esso innonda 1.° lo spazio che è fra la sua riva destra ed il Trouillon, allora le acque ritenute dalla diga 14, risalgono sul terreno compreso fra la porta della Garretta e quella di Bertamont, e formano un' altra innondazione che si estende fino al villaggio d'Hion ov' essa è limitata dai monticelli che vi s' incontrano.

951. Si osserverà che la campagna che guarda il sud salendo a misura che si allontana dalla piazza, tutte le innondazioni precedenti non possono essere divertite che dalla bassa Trouille, aprendo delle chiaviche di cui può disporre la piazza sola, perciò non ha nulla a temere da questa parte.

Se si considera che le fosse che coprono la porta di Bertamont sono attraversate da due ture, si vedrà che aprendo la chiavica di una di quelle che sostengono la Trouille nel luogo 7, entrando nella città, l' acqua empirà le fosse comprese fra la porta precedente e quella della garretta. Siccome pel declivio del terreno, le altre fosse dalla porta di Bertamont fino a quella della riva sono più basse delle precedenti, la Trouille le innonderà anch' esse aprendo la chiavica della tura 17. In quanto alle altre fosse della piazza che guardano al nord, è chiaro che lo stagno degli Apostoli e quindi il Trouillon vi dà l' acqua poichè sorpassa di 10 piedi il fondo più eminente della fronte di Nimy, ed inoltre il terreno

declina da questa parte fino all' uscita della Trooille fuori di città, ov'è sostenuta da ture.

952. Per ripigliare la serie delle innondazioni formate da questo fiome bisogna sapere che presso l'argine della porta di spiaggia vi è una chiavica sitoata in 21, protetta dal ridotto 23, che difende pure l'accesso alla diga 21 e 22, innalzata attraverso della prateria del villaggio di Quesme che giace appiè di un'altura. Se si chiude questa chiavica e si fanno uno o due tagli nella sponda sinistra della Trouille, essa sommergerà tutto il terreno fra la città e la diga precedente fino alla porta di Bertamont. Allora la sua opera a corno si trova chiusa fra due innondazioni le quali impediscono di avvicinarsi se non dalla parte della testa ove il terreno è buono da coprire la trincea, quindi nell'ultimo assedio fu scelta questa faccia pel primo dei cinque attacchi che vi si fecero, il secondo aveva in mira la porta di Nancy, ed il terzo il forte della Haine.

Dopo l'innondazione precedente se ne forma un'altra ancora che pure si comincia, chiudendo l'ultima chiavica 24, al di sotto della Trooille, situata sotto il fuoco del ridotto 25, facendo pure qoalche taglio per lo scarico delle acque che bagneranno allora totta la parte bassa della prateria umettata della continuazione della diga che conduce a Jumappe.

953. Per spiegare del pari gli stessi effetti del fiume Haine, bisogna conoscere che il terreno ch' esso percorre, avendo 25 piedi di declivio dalla chiusa del mulino di Nimy fino a quella del Jumappe presso il ponte delle poste, per innondare tutta la prateria del nord, fu duopo dividerla con dighe che sostenessero le acque a cascate che andavano dal sud-est al nord-ovest, e far perciò molte chiaviche. La prima di queste dighe che vedesi accompagnata dai ridotti 42, 43, 44, e 45, sostiene l'innondazione di Nimy, limitata dell' argine che termina alla porta di questo nome: essa formasi colla ritenuta di una chiavica 46, che attraversa il fiume sotto il fuoco del ridotto 45 che serve pure a proteggere una seconda chiavica 47, situata nella sponda sinistra dell'Haine pel passaggio delle acque. Si osserverà che la chiusa 46, avendo una caduta di 7 piedi circa, l'innoudazione precedente, che si eleva a qoesta altezza, diviene un serbatojo abbondante per sovvenire agli altri inferiori: la seguente sostenuta dall' argine 41, 40, 39 e 38, della porta del parco, ed anche della sponda sinistra della Haine, si forma aprendo una chiavica 42, situata al piede del primo ridotto.

954. La prateria che è alla sinistra della porta del parco avendo circa 9 piedi di pendio fino alla diga 28, nel 1744 si è fatto un trinceramento 30, 31, 33, appoggiato agli antichi ridotti 23 e 32, per comunicare esteriormente dalla porta della riva al forte della Haine, e in pari tempo sostenere le acque dell' innondazione corrispondente alla sinistra della diga 41, 38, che si forma aprendo una picciola chiavica 40, sitoata sul rigagnolo 42, 40, 31, 28 e 27, corrispondente alla presa d'acqua 42 ed al punto 27 della bassa Trouille, per asciugare quando si vuole tutta la prateria del nord.

Riguardo all'ultima innondazione limitata dalla diga 28, che corrisponde al ridotto di Quesme 25, e quello del Corbeau 26, essa formasi pure aprendo una chiavica 31, situate nel rigagnolo stesso.

955. Per produrre l'effetto del serbatojo al di sopra di Nimy ed innondare in pari tempo gli aditi del forte della Haine 35, il cui oggetto è

quello di coprire una chiavica situata alla sua gola, bisogna, nel caso in cui il nemico venisse ad impadronirsi dei ridotti 45, 44 e 43, e perciò della chiusa 46, serrare quella del forte per far gonfiare il fiume; allora praticando dei tagli 37, in queste due sponde e nell' argine 34 e 35, il fiume si spanderà da ogni parte e sovverrà alle innondazioni inferiori passando per le picciole chiaviche 40 e 31.

Vedesi pure che facendo una chiavica al basso della Haine, sotto la protezione del ridotto 26, essa potrà anche secondare la precedente e supplire al suo difetto per innondare la massima parte della prateria. È vero che noi provammo la difficoltà d'impadronirci del forte della Haine, che ha sostenuto otto giorni di trincea aperta, a motivo dell' innondazione che lo copriva, senza che la sua resa ci abbia condotto ad altro che a dividere la guarnigione; non è già stato lo stesso del ridotto 45, la cui presa ci ha dato la facilità di divergere l'innondazione superiore che danneggiava molto per l'attacco della porta di Nimy. Non è da far maraviglia di tanta importanza che la chiavica 46 non sia stata difesa che con questo semplice ridotto?

Devesi osservare che di tutte le innondazioni di Mons non vi erano che quelle degli stagni dei preti e degli apostoli che fossero permanenti, le altre non si praticavano che in caso di assedio per non essere privi del godimento delle praterie di cui abbiamo parlato.

Passo sotto silenzio l' uso maraviglioso che si poteva fare delle picciole chiaviche praticate nelle ture, sparse intorno alla piazza per la difesa delle fosse, essendo questa parte riservata alla sezione terza. Dirò soltanto che nell' ultimo assedio di Mons, non pare che gli assediati abbiano saputo trarre tutto il partito che avrebbero potuto dalle acque che gli abili fortificatori di questa piazza seppero mettere a sua disposizione; giacchè quanto più l' assediante s' avvicina al bastione la sua positura si rende sempre più difficile e penosa.

956. Se si trattasse d' intraprendere l' assedio di una piazza, il cui recinto fosse difeso da una parte da buone opere staccate corrispondenti ad un terreno atto a condurre delle trincee e che dall' altra parte avesse delle parti deboli guarentite da innondazioni, fa duopo di un maturo esame per decidersi su la scelta della fronte a cui converrà attaccarsi, o divergendo le acque che fanno ostacolo per camminare verso la parte dedole, o dando la preferenza al lato più importante, ma che in compenso offre maggiore facilità. Vi sarebbero molte cose da dire sopra un argomento così interessante, ma che sarebbero qui forse fuori di posto; perciò mi appagherò di esporre soltanto le principali.

Non è difficile giudicare se una innondazione può essere in tutto o in parte divertita tosto che si sarà esaminato il paese che la limita, per riconoscere i luoghi che hanno un pendio atto a far scolare le acque, mediante i tagli fatti a tale uopo; ciò è quasi sempre praticabile senza un grande lavoro quando l' innondazione corrisponde alla parte inferiore del fiume che la forma specialmente per prendere alcune picciole fortezze che difendono le dighe, nelle quali bisognerebbe fare dei tagli.

Nel caso che l' innondazione corrisponda alla parte di sopra, bisognerà vedere se il terreno permette di fare un taglio che conduca le acque nella parte bassa, o se non si può trovare ad esse qualche sbocco per

deviarle, il meglio sarebbe quello di prendere conoscenza di ogni cosa gran tempo prima di venire alla esecuzione ed avere presso di sè qualche mugnajo intelligente che conosca bene il suo circondario. Questa specie di gente essendo più abile di qualunque altra a suggerire degli spedienti, quando possono essere indotti a fornire delle cognizioni fedeli, si potrà conoscere da loro 1.° se le acque potranno evacuarsi totalmente, e se non possono essere rinnovate da altre: 2.° se l'innondazione è naturale o artificiale per giudicare delle conseguenze che avrà dopo di essere stata divertita; 3.° se le chiaviche che le producono sono entro o fuori della piazza, se vi è qualche facilità o difficoltà ad impadronirsene o distruggerle col cannone; finalmente, qual sia la natura del fondo coperto dalle acque per sapere se sarà praticabile dopo che si saranno ritirate, punto essenziale da conoscer bene, per timore d'intraprendere un lavoro a sola perdita di tempo.

957. Devesi anche considerare riguardo ai lati della piazza atti a condurre il taglio che le innoodazioni possono divenire in certi casi più favorevoli che nocive pel vantaggio che avrà l'assediante di appoggiare la sua destra o la sua sinistra e forse entrambe insieme, allora questo sarebbe un vantaggio se si avesse a fare con una forte guarnigione, perchè si troverebbe fuori di stato d'inquietarla con sortite che cadrebbero sui suoi fianchi. È vero che se l'assediante si trovasse molto ristretto non potrebbe estendere le sue paralelle per approdare alla fronte attaccata e per conseguenza d'incrociarla con batterie a rimbalzo. Queste sono altrettante considerazioni che meritano di essere pesate prima di determinarsi su la scelta del lato d'attacco, e di cui conveniva dir qualche cosa per giudicare della maggiore o minore importanza delle innondazioni secondo il rapporto che avranno con la condotta dell'assedio in generale.

Sezione III.

Ove si stabiliscono le massime sul miglior modo di difendere le piazze coll'azione delle chiaviche.

958. Chi ha studiato la fortificazione non ignora che le piazze a fosse asciutte sono capaci di una più lunga difesa di quelle piene d'acqua stagnante, a cose d'altronde eguali. Infatti nelle prime una guarnigione coraggiosa ha la facilità di svilupparsi, condurvi i cannoni senza tema che le sue comunicazioni possano mai essere interrotte, come avviene talvolta nelle seconde quando le truppe sono costrette a passare su piccioli ponti a cavalletti in mira dell'artiglieria nemica. Inoltre le fosse asciutte danno luogo a disputare il terreno palmo a palmo per l'effetto delle contromine, che ben dirette sono capaci più di ogni altro mezzo d'intimorire il nemico, e di occuparlo lungamente alla presa di una piazza che d'altronde sembrava mediocrissima per la semplicità delle sue opere.

959. Non è già che le fosse innondate non abbiano il loro merito, quando si ha la facilità di rinnovarle e di mantenere con l'azione delle chiaviche

in un continoo moto le acque. Facendole circolare si può non solo recare molta pena ed inquietudine all' assediante quando le vorrà passare, ma prima di venire a ciò ritardare oonsiderevolmente la presa della strada ooperta con sgorgate d'acqua onde si può ionondare la testa de' suoi lavori, principalmente la sua terza paralella, anche nell'istante in cui si preparerà all' attacco della strada coperta. Perciò fa duopo nella grossezza del suo terrapieno a due piedi sotto il livello a cui potranno salire le più alte acque nella fossa, praticare ad intervalli dei fori che partendo dalla controscarpa vadano a sboccare verso il mezzo o i due terzi dello spalto misurato dalla palizzata. Si può anche disporre questo spalto in guisa che le acque che si scaricheranno dai fori formino all'intorno una innondazione a guisa di antifossa larga 12 o 15 tese per 5 o 6 piedi di profondità, la quale si può ottenere con una controscarpa escavata in margine al prolungamento dello spalto al di sopra del livello della campagna.

960. Ne risulta che una piazza che unisce il vantaggio delle acque a tutti gli stratagemmi delle mine sarà più in istato che qualunque altra di difender bene la propria controscarpa. Si tratta quindi di mostrare in quali circostanze si può dare alle fosse questo doppio vantaggio per distruggere gli stabilimenti degli assedianti e far loro provare tante disgrazie da metterli, se si può, nella necessità di abbandonare l'assunto o almeno di pagare assai cara la loro ostinazione.

Per fortificare una piazza capace della difesa precedente, fa d'uopo che essa s'incontri in una posizione suscettibile di due condizioni essenziali; la prima che sia attraversata da un fiume, o almeno che ve ne sia uno vicino da cui si possano condurre le acque con un canale; la seconda che il fondo delle fosse si trovi superiore a quello di questo fiume dalla parte di sotto, affinchè ritenendola con una chiusa situata al suo ingresso nella città, l'acqua verso la sua uscita evacuandosi interamente faciliti lo scarico di qoella delle fosse quando si vorranno mettere a secco. Devesi osservare che con questa seconda condizione non si esige se non quanto si trova assai d'ordinario, o che può procurarsi appropriando il corso del fiume al fine che si ha di mira.

961. Se la piazza che si vuol fortificare fosse sulla riva dell'Oceano o verso l'imboccatura di un fiume il cui flusso e riflusso fossero molto sensibili, bisognerebbe regolare la profondità delle fosse a livello delle basse maree nel tempo delle quadrature, perchè le acque da qualunque parte vengano possano scolare, e fare una cunetta a cui si darà un poco di pendio verso il mare onde avere la facilità approfittando delle alte e basse maree di conservare a secco o d'innondare le fosse quando si vorrà, per difenderle relativamente alle disposizioni delle contromine che si faranno in caso d'assedio; ben inteso che si costruiranno delle ture con le loro chiaviche nei luoghi più convenienti per l'ingresso e l'uscita delle acque.

962. Sia che si faccia uso del mare o dei fiumi per difendere le fosse, occorre molt'arte e circospezione per situare vantaggiosamente le ture e le chiaviche in guisa che queste ultime non sieno mai a mira del cannone nemico, e che producano correnti capaci di distruggere i suoi lavori, la qual cosa si otterrà serbandosi nelle fosse stesse dei grandi serbatoj di acqua a portata delle fronti di quelle che si saranno lasciate ascintte, onde potere,

quando sarà tempo, sommergere l'assediante con le cateratte che si apriranno improvvisamente.

Avendo meditato lungo tempo su ciò che si poteva eseguire di meglio in simili casi, mi è sembrato che vi sarebbe ancor molto d'aggiugnere a questo modo di difendere le piazze, per ridurlo a regole la cui esecuzione farà sì che dalle acque si tirerà il miglior partito possibile con una serie di operazioni che renderanno la presa di una difficoltà senza pari, quando sieno difese, a qual modo ch'io mi intendo.

963. Ne suppongo una le cui fosse naturalmente asciutte sieno attraversate al pari della città da un fiume o da un canale: che la fortificazione sia composta di un semplice recinto difeso da contragguardie o bastioni staccati, da tenaglie situate nelle cortine, da mezzelune con ridotti e da una controscarpa rivestita di murazione, il tutto cinto da una strada coperta. Dico che se nel costruire questa piazza, che è affatto comune, al punto a cui si sono moltiplicate le fortificazioni in questi ultimi tempi, si è avuto riguardo a tutte le disposizioni nel giuoco delle mine e delle acque, essa sarà capace della seguente difesa.

964. Cominciando dalla strada coperta, posso assicurare, appoggiandomi a buoni sperimenti, che se si hanno soltanto dieci giorni prima che si apra la trincea per disporre sotto le capitali delle catene dei fornelli di mina, disposti in un modo che non ha nulla di comune con quanto d'ordinario si pratica, l'assediante impiegherà un tempo considerevole per istabilirsi in una strada coperta, perocchè questi fornelli potranno rovesciare per tre diverse riprese il terreno che il nemico occuperà senza potere escludere l'effetto dei fornelli stessi che i suoi minatori tenterebbero indarno di sventare. Suppongo pure che i rialzi sieno sempre in mira di un fuoco radente di cannoni e di bombe tirate a rimbalzo, partendo da certe picciole opere costrutte a pie' dello spalto, e su le quali non potrebbero far presa le batterie dell'assediante. Lascio pensare tutte le difficoltà di percorrere un terreno così micidiale ed il terrore che cagionerà al nemico; nondimeno, siccome dopo aver perduta molta gente e tempo, lo suppongo stabilito nella strada coperta, è quello il luogo ove più che altrove gli si faranno provare nuove sciagure distruggendo le sue batterie con le mine che caccierebbero nella piazza i suoi cannoni in potere dell'assediato; il che si può eseguire più volte come abbiamo fatto noi molto felicemente con pezzi da 24 alla scuola d'artiglieria di La Fere, gli anni 1725 e 1739.

La grande quistione sta nell'impedire che il minatore assediante giunga a rovesciare nella fossa il rivestimento della controscarpa, il che non potrà fare che assai tardi se le contromine della strada coperta sono intese bene; perocchè non si può giudicare dal poco successo che ebbero in un tale assedio, ma bensì da ciò che si può eseguire di meglio.

965. Siccome fino a quel momento la fosse saranno sempre rimaste a secco, aggiugnerò che finalmente quando l'assediante a forza di costanza sarà giunto a battere in breccia con cannoni che il minatore dell'assediato non potrà più tormentare, gli rimarrà almeno la soddisfazione di liberarsi dalle ruine delle breccie, gettandole negli occhi del nemico quante volte presenterassi all'assalto onde togliere le salite formatesi, non lasciandogli che un dirupo impraticabile.

Per poter disporre a talento delle acque del fiume che noi abbiamo supposto attraversare la città, fa duopo che il suo grande fossato sia distribuito in guisa che ciascuna fronte particolare possa essere innondata e messa a secco alternativamente e quando piaccia, indipendentemente dallo stato in cui si giudicherà a proposito di lasciare le fronti collaterali; che le fosse delle mezzelune ed altre opere esterne possano avere lo stesso vantaggio, cioè di essere spazzate da un flusso e riflusso che non conosca altra legge che la volontà del governatore; che questi effetti possano soccedere nelle fosse delle stesse opere esterne senza alcuna relazione con quelle della piazza nè fra loro, onde finchè si daranno delle sgorgate d'acqua nelle une, il minatore assediato possa operare tranquillamente nelle altre vicine.

966. Se si considera la Tavola 34, comprendente la metà di un ottagono, vedrassi che attraverso da un fiume che scorre dal sud al nord, si sono disposte le parti della fortificazione dietro le massime precedenti, avuto riguardo a due supposizioni, la prima che i bastioni 6 e 12 sieno separati dal recinto con un fossato, come nel nuovo rinforzo che si avrebbe prolungato in giro a tutta la piazza, se non si avesse amato meglio presentare le cose sotto due aspetti diversi; la seconda che i bastioni 20 e 25 sono come al solito, con questa circostanza che hanno alla gola un picciolo fossato O P Q, V X Y contiguo a quelli delle cortine mediante un acquidotto praticato sotto ciascun fianco, acciò all'uopo l'acqua possa circolare intorno alla piazza come or ora vedrassi.

967. Il fiume essendo sostenuto al suo ingresso ed alla uscita con le ture E, F, A, e D, Z, è certo che lasciando ad esso la libertà di scolare, tutte le fosse rimarranno asciutte per quanto tempo si vorrà, poichè secondo la nostra supposizione esse non possono ricever acque che per parte sua; ma se vi fosse una chiavica situata in B ed un'altra in C, onde avere una doppia ritenuta, e che si chiudesse una delle due, esse produrrebbero una innondazione nella campagna dalla parte del sud se il terreno lo permettesse; allora questa parte della piazza diverrà meno accessibile del resto, e per conseguenza non sarà quella a cui l'assediante appiglierassi. Se questa ragione non bastasse per stornarlo, bisognerebbe fortificare questo lato istesso più degli altri, acciò non possa rendersi padrone delle acque senza provare difficoltà equivalenti a quelle che vorrebbe eludere altrove.

D'altronde il fiume verso il nord non essendo più mantenuto dalla corrente diverrà asciutto; allora per poco che il suo fondo sia più basso di quello delle fosse della piazza alle quali suppongo un poco di pendio a misura che si avvicinano alla parte di sotto, è certo che se si apre la chiavica della tura F e che le tanaglie non lasciano veruna uscita fra loro ed i fianchi dei bastioni, ove suppongo delle ture G, I, L, N, R, T, l'acqua che uscirà da questa chiavica circolerà intorno al recinto e si renderà nel canale Z per isgorgare, dopo essere sfuggita per l'acquidotto Y. Si avrà dunque la libertà di far prendere questo corso al fiume quando si giudicherà necessario e di produrre lo stesso effetto intorno all'altra metà della piazza che guarda all'est, poichè basterà per questa seconda operazione aprire le chiaviche delle ture A e D.

968. Siccome noi supponiamo altre ture con chiaviche situate nei luoghi K, P, X, vedesi che tenendo chiusa l'ultima X ed aperte le altre due

al pari delle prime F, tutta la fossa precedente si empirà d' acqua al livello del fiume preso nel canale E, mentre la grande fossa *i k l m n o p q r s*, rimarrà a secco. Ma se si volesse una parte soltanto della prima fossa innondata, come da F fino in K od in O; allora basterà serrare la chiavica della tura K o P per non permettere all' acqua di passar oltre. Se al contrario si volesse che una delle due parti precedenti restasse a secco e che soltanto una delle seguenti K O o K O Q V fosse inuondata, bisgnerebbe serrare le chiaviche K o l' altra P e quella che si suppone in S nel canale Y Z, lasciar al fiume la libertà di giugnere fino in E, perchè entrando per l'acquidotto Y entri nella fossa di cui si tratta, poscia chiuder di nuovo la chiavica S ed aprire le altre B, C, S, per lasciar scolare le acque superflue. Finalmente se si avessero delle ragioni per non tener acqua se non nella parte X O, ciò si potrà chiudendo le chiaviche P, C ed aprendo le altre X, S fino al perfetto scolo delle acque comprese nello spazio Q, P, V, X; dopo di che si chiuderà di nuovo la prima X per rimettere le cose nello stato primiero. Ben inteso questo passerò a parlare di ciò che riguarda le fosse delle mezzelune.

969. Per fare in guisa che le fosse di ciascuna mezzaluna possano essere innondate separatamente, poi messe a secco e sommerse di nuovo, alternativamente quante volte vorrassi, senz' essere obbligati ad abbandonare le acque nel grande fossato che si ha interesse di mantener praticabile, bisogna 1.° far le ture *e* corrispondenti alla gola della mezzaluna 16 che prendiamo ad esempio; 2.° costruire lungo l'interno del rivestimento della stessa gola i praticabili *b c d* e *b f g* aventi un ingresso comune *b* acciò sboccando per le uscite *d*, *g*, la guarnigione possa passare nelle piazze d'armi 18 e 19 salendo per le rampe *t*, *u*, abbastanza larghe per passarvi i cannoni; 3.° praticare rimovendo le terre del fossato grande *m*, *n*, *o*, *p*, una capponiera 15 conforme al profilo espresso dalla figura 2, ove si suppone che A B marchi il fondo dello stesso fossato; C D il livello ove potranno salire le acque più alte; E F, quello del terrapieno della mezzaluna; A, G, H, I, K, le masse di terra che si sono lasciate per formare i parapetti G fatti a' spalto G C, G D.

Si osserverà che la tenaglia è divisa in due parti dal prolungamento del fondo della capponiera, e che si può passare dall' una all' altra con un picciolo ponte *a*; che in M vi è una chiavica chiusa da due paratoje, come nella Figura 4, relativa all'articolo 572, che non si mettono negl' incastri coi telaj che li sostengono se non quando è presa la strada coperta onde aver la facilità di ritirare nella piazza il cannone che si sarà fatto passar fuori. Quindi finchè la fossa della mezzaluna rimane asciutta si può percorrere il fondo di questa capponiera che termina alle porte precedenti; ma siccome essa serve pure di canale per condurre le acque nella stessa fossa facendole passare dalle pusterle, allora la comunicazione con la mezzaluna si fa con banchine H I a livello col terrapieno della tenaglia, perocchè queste banchine corrispondono ai gradini N praticati nell' interno del ridotto 16. Resta da far osservare che se si volesse passare da questo ridotto alla fossa *h*, quando è a secco, vi si può discendere per le rampe I L corrispondenti al piede dei gradini istessi, ed all' ingresso *b* delle pusterle.

970. Dopo che il minatore assediato avrà esaurito ogni mezzo di difen-

dere la controscarpa, e la breccia della mezzaluna sarà venuto il tempo di abbandonare le acque nel fossato di essa. Ciò si farà chiudendo la chiavica P e lasciando aperte le tre altre F, K, M, perocchè le acque del fiume arrivate nella fossa R, O, passeranno in quella della mezzaluna; poscia si chiuderanno le chiaviche F, M, e si apriranno le altre P, X, S, per lasciar scolar l'acqua dalla fossa dei recinti, nel caso si abbisogni di averla asciutta.

Supponendo che dopo qualche tempo si voglia vuotar quella della mezzaluna per distruggere di nuovo i ponti e gli spalleggiamenti fatti dal nemico vedesi che mantenendo le chiaviche precedenti come vennero lasciate, ed aprendo quella che è in M; le acque di questa fossa scoleranno verso il nord, perocchè si suppone averle fatte con un poco di pendio venendo verso la piazza; quindi le cose si rimetteranno nel loro primiero stato finchè si giudichi a proposito di ricominciare la mauovra precedente.

971. Vedesi con l'elevazione della gola della mezzaluna rappresentata nel profilo, che il suo terrapieno essendo più alto 22 piedi del fondo della fossa grande, e quello del ridotto avendone 9 di profondità, si avranno ancora 3 piedi al di sopra delle acque più alte che noi supponiamo di 10 piedi; quindi il minatore assediato avrà il vantaggio di lavorare a secco in questa fossa e condurre delle gallerie sotto il terrapieno della mezzaluna per rovesciare gli alloggiamenti dell'assediante. Frattanto quest'ultimo non potendo rendersi padrone del ridotto senza trasportare i cannoni nella mezzaluna non si vede come abbia a riescirvi col movimento continuo delle acque e la difficoltà di stabilire le proprie batterie in un luogo così ristretto e di frequente rovesciato dalle mine. È vero che egli pure ne farà, ma nelle guerra sotterranea fra minatore e minatore è certo che a bravura eguale quello della piazza ha il vantaggio, perocchè tutte le sue disposizioni sono fatte per ricever bene il suo nemico, mentre quest'ultimo non può operare che a tentone ed a rischio di essere soffocato o schiacciato. Se in molti assedj è avvenuto che i ridotti non sono stati disputati così a lungo come avrebbero dovuto essere, ciò proviene evidentemente da ciò che i difensori non avevano per la loro ritirata una comunicazione sicura col corpo di piazza. Qui nessun motivo può impedire i prodi non solo di ritirarsi se non agli estremi, ma di tornare a riprendere l'opera e scacciarne il nemico, come si è fatto in tante circostanze gloriose in cui le piazze si sono ben difese. Per procurare alla guarnigione lo stesso vantaggio, io non ho composto questo ridutto se non di un semplice muro merlato di 6 piedi alla sommità senza parapetto di terra, per non diminuirne troppo la capacità, d'altronde siccome qui s'incontra altrettanta difficoltà a farvi breccia, come se avesse maggior apessore e vi si è bene al coperto, non ho punto esitato a regolarmi così.

672. Potendo succedere che il fondo della capponiera divenisse molto utile per mettervi della gente destinata a sostenere quelli che volessero uscire dal ridotto con colpi vigorosi, potrassi, volendo, mantenerlo ascintto benchè la fossa della mezzaluna rimanga innondata, praticando all'ingresso della porta degl'incastri per formare una tura, la cui esecuzione non richiederà che 3 o 4 ore al più, allora aprendo la chiusa M, le acque incomode scoleranno.

Si osserverà che quanto si è detto della mezzaluna 17, può applicarsi

del pari alle altre due 11 e 24, che il nemico sarà pure nella necessità di prendere, se ha fissato i suoi attacchi ai bastioni 12 e 20, non lo potendo se non dopo essersi messo in possesso dei ridotti 10, 16 e 23. La ragione si è che ciascuno dei loro fianchi è tagliato da due cannoniere per collocarvi altrettanti pezzi di cannone destinati a battere di rovescio le truppe stanziate nelle breccie, senza che l'assediante possa estinguere il fuoco dei quattro pezzi, da cui l' accesso di ciascuno di questi bastioni sarà difeso, perocchè questi pezzi non possono essere scoperti che per di fuori.

973. Io non entro punto nel dettaglio delle sortite e di tutti i stratagemmi che l' assediato può impiegare in una fossa asciutta sotto il fuoco della capponiera per opporsi alle opere che il nemico vorrà stabilirvi. Ripeterò soltanto che in questo luogo la guarnigione ha maggior interesse che mai di far balzare le batterie della strada coperta, attirarne i cannoni ne' bastioni e sgombrare con fornelli praticati nelle loro faccie, le ruine delle breccie, per togliere ogni mezzo di salirvi.

Supponendo che il nemico abbia rovesciato il rivestimento della controscarpa onde battere il parapetto e siasi cacciato avanti tanto da non aver più scarpa che lo arresti, e si trovi in istato di salire all' assalto; allora conviene far uso delle acque per respingere i suoi progressi, ma con tanta economia, che siasi in caso di oppor sempre ad esso una serie inesauribile di difficoltà.

Se si richiama ciò che abbiamo supposto delle ture munite di chiaviche situate nei luoghi I, N, L, R, aprendole insieme alle altre F, K, P, basterà tener chiusa quella che è in X per innondare le fosse *l, m, n, o, p, q*, e mantenere asciutte le altre adjacenti *i k* ed *r s* secondo si giudicherà conveniente; poscia si potrà serrando le stesse chiaviche F, I, L, N, R, ed aprendo le altre P, X, S, levare le acque che sono alle gole delle tanaglie e conservare soltanto quelle davanti ond' essere liberi di agire nella fossa precedente.

974. Si potrà del pari mettere a secco il grande fossato con una manovra affatto simile, onde poter fare nuove sortite e dare dopo di ciò nuove cacciate d'acqua nella stessa fossa con una via diversa dalla precedente. Essa riducesi a riempiere di acqua gli spazj *i k* ed *r s* al pari dell'interno F, K, P, V, tenendo serrate le chiaviche I, L, N, R, T, poscia praticare durante la notte dei tagli nei parapetti delle capponiere 9, 5 e 22, per cui le acque sfuggendo formeranno dei torrenti che correranno a grandi fiotti da tutte le parti verso i dintorni *m* e *p* per sommergervi e trascinarvi tutto ciò che incontreranno, il che ripeterassi tante volte quante vorrassi facendo evacuare le precedenti per ricominciare lo stesso effetto.

Si osserverà che sebbene il nemico abbia dei cannoni su la controscarpa per battere i fianchi non ne può far uso contro le capponiere, perchè essendo comprese fra due parapetti a spalto GC, GD, di cui suppongo impercettibile il pendio fino all'incontro della linea AB prolungata, le palle non vi potranno attaccare specialmente essendo tirate dall' alto al basso; esse faranno un rimbalzo che le caccerà in aria e di là andranno al lato opposto della batteria e faranno meno danno all'assediato che all'assediante di cui tormenteranno le ale degli attacchi. Siccome si può chiudere la fossa

di ciascuna mezzaluna con simili parapetti che faranno le veci delle ture da noi supposte corrispondere alle spalle, il nemico non potrà del pari ruinarle, nè per conseguenza interrompere la manovra delle acque, senza calcolare che si risparmierà la murazione occorrente per queste ture. L'assediato ha tanto più interesse a poter eseguire senza interruzione tutto ciò che abbiamo esposto, in quanto che impedirà il minatore del nemico di attaccarsi al piede del rivestimento delle opere, perocchè se si intraprendesse di far breccie con la mina, quando la fossa si troverà a secco si potrà sempre sommergerlo nel suo cunicolo.

Aggiugnerò che gioverebbe avere una cunetta nel mezzo della fossa della piazza che comunicasse con rigagnoli alle chiavichette da cui partono le acque onde ricevere quelle del fondo, quando dopo aver innondata questa fossa si crederà necessario metterla a secco. Sarebbe pur conveniente fare una picciola chiavica al piede di ciascuna banchina nell' interno delle capponiere, corrispondente ad un acquidotto che passi sotto il parapetto per congiugnere la cunetta onde servirsene invece di tagli per produrre i torrenti di cui ho parlato. Lascio quest' espediente al giudizio di quelli che vorranno far uso dei mezzi che io propongo per difendere le fosse col giuoco delle acque, pregandoli a non considerare le mie idee se non come un istradamento che potrà ad essi destarne di migliori, e questo è tutto il mio desiderio.

Sarebbe questo il luogo di diffondermi su quello che le mine e l' artiglieria possono eseguire di maraviglioso per difendere i bastioni staccati o trincerati alla gola; ma con ciò anticiperei su la prima opera che si attende da me, alla quale mi rimetto come anche per la spiegazione dei punti di cui non ho dato che qualche cenno, e che oso dire esser meritevoli della più seria attenzione quando si vorrà far buon uso della polvere e non bruciarne la maggior parte in pura perdita.

Dirò frattanto che sebbene le breccie sieno praticabili non è una ragione che possa autorizzare una piazza ad arrendersi finchè non è in pericolo di essere presa d' assalto; sarà pure il tempo in cui la sorte del nemico è maggiormente da compiangere per la difficoltà di prendere il recinto se è isolato, come nella parte sinistra della nostra pianta. Quanta fatica gli costerà il far entrare i cannoni nei bastioni attaccati se le breccie sono battute di dentro e di fuori ed il terrapieno assalito da tutta l'artiglieria dei collaterali, perocchè suppongo che si raderanno subito con la polvere tutti i parapetti di quelli che saranno attaccati, appena che si dovranno abbandonare, onde non lasciare spalleggiamenti all' assediante e poterli scoprire a pieno, di fronte, di fianco e di rovescio. Passo sotto silenzio le bombe, le pietre e tutti i fuochi d' artifizio da cui sarà oppresso e le mine che non lascieranno sussistere veruno de' suoi alloggiamenti che si rovescieranno ogni qualvolta ei li ristabilirà, se queste prime sono state distribuite come devono esserlo. Io chiedo se quello non è il tempo dell' assedio in cui meglio si possa sconcertare il nemico più ostinato, specialmente quando vedrà le proprie comunicazioni con la controscarpa tagliate di continuo dal movimento delle acque della grande fossa.

975. Credo di non aver bisogno di far osservare che qui tutte le chiaviche sono perfettamente al coperto del cannone dell' assediante e distribuite in modo che mediante i parapetti delle capponiere, le acque si

troveranno divise quando si vorrà, in grandi bacini indipendenti gli uni dagli altri; d' onde segue che se, per la disposiziona dei dintorni della piazza, qualche parte delle fosse potesse essere presa, ciò sarebbe senza pregiudizio delle altre. Il solo inconveniente che si abbia a temere si è che il nemico, conoscendo la pena che deve provare da parte delle acque, non prenda il partito di divergere il fiume quando ciò sia possibile: supponendo allora che egli vi possa pervenire, bisogna, appena che avrà determinato i suoi attacchi, riempiere provisoriamente di acqua tutte le fosse dei lati opposti, che ne forniranno quanta ne occorre per le operazioni precedenti.

976. Ecco nn cenno sul buon uso che si può fare delle chiaviche per la difesa delle piazze, a cui si può dare ancora maggiore estensione, come farò vedere nel Trattato di Fortificazione, che io promisi da gran tempo. Se differisco sempre a pubblicarlo, egli è perchè nn argomento così arduo, non è mai elaborato con troppa attenzione: se fosse stato meno difficile sarebbe alla luce da più di venti anni, in nno stato passabile, a dir vero, ma di cui sarei poco soddisfatto attualmente, ora che l'esperienza e le continue meditazioni su quanto appartiene alla guerra degli assedj, mi hanno dato delle cognizioni al di sopra di quelle che si hanno volgarmente.

Se si sono bene afferrate le viste da me esposte, si converrà che non è possibile tormentare di più l'assediante di quello che ho insegnato senza affaticare la guarnigione, poichè il forte della difesa cadrà sull'artiglieria e sui minatori con alcuni chiavichieri diretti da quelli che hanno la confidenza di un governatore risoluto di difendersi bene.

Non sempre adunque è il gran numero delle opere esterne, le quali richieggono molta gente e viveri per sostenersi gran tempo, che costituisce la forza delle piazze, ma piuttosto nn genio fecondo in ripieghi e secondato dalla prodezza. Dupuis-Vanban provò questa verità nella brillante difesa ch' ei fece di Bethune nel 1710, ove egli trovò il mezzo, mancando per così dire di tutto, di far costare questa piazza ai nemici più cara che non era loro costato Tournay; il che dimostra come la differenza da nn uomo all' altro influisca su gli avvenimenti più importanti della guerra; ma queste riflessioni mi trascinerebbero troppo lungi e perciò termino questo terzo libro e incomincierò l'ultimo di quest' opera.

FINE DEL TERZO LIBRO.

LIBRO QUARTO

DEL MODO DI RENDERE NAVIGABILI I FIUMI E COSTRUIRE I CANALI DI NAVIGAZIONE, DI IRRIGAZIONE E DI SCOLO

CAPO PRIMO

CHE CONTIENE DELLE RICERCHE SU LA NATURA DEI FIUMI RIGUARDO AGLI ACCIDENTI A CUI SONO SOGGETTI, E LE RIPARAZIONI ANALOGHE.

977. La conoscenza di quanto avviene ai fiumi, rapporto alla navigazione ed alle campagne che ne possono essere innondate, interessa troppo la società per non applicarmivi particolarmente, affinchè conosciute bene le cagioni degli accidenti, se ne possa arrestare il corso con riparazioni convenienti agli effetti della natura. Siccome il celebre Guglielmini, primo matematico dell'Università di Bologna, morto nel 1710, e Famiano Michelini, ingegnere del Granduca di Toscana, hanno scritto su tale materia, ho approfittato delle loro cognizioni componendo questo capitolo, ove ho fatto in guisa di comprendere quanto questi due, e specialmente il primo, hanno detto di più utile. Ma egli è entrato in sì vasti ragionamenti che non ne avrei potuto dare lo spirito se non con pregiudizio delle altre materie che debbono entrare in questo quarto libro; quindi ho compendiato più che mi è stato possibile, essendo naturale che dovessi preferire i soggetti che non sono stati ancora trattati. Nondimeno, siccome la materia può essere ridotta ad un certo numero di massime atte a dedurne conseguenze applicabili alla pratica, ho fondamento di credere di averne detto abbastanza per mettere il lettore in istato di operare con successo in tutti i casi che si possono presentare. Per giudicarne si sappia che ho diviso questo capitolo in tre sezioni; la prima comprende ciò che avviene ai fiumi secondo la loro profondità, larghezza e pendio; nella seconda se ne considera l'azione relativamente alla tenacità del loro letto ed alle cause degli interramenti che vi si formano; e nella terza si tratta dei mezzi di rimediarvi con pennelli situati convenientemente.

Sezione I.

Del corso dei fiumi considerati secondo la loro larghezza, profondità e declivio.

978. L'acqua delle fontane venendo a riunirsi per formare un fiume, accelera sulle prime il suo moto quando il letto si stacca dalle montagne che gli danno un declivio molto sensibile; ma dopo aver percorso un certo cammino, la sua velocità diviene ben presto uniforme per la diminuzione di questo pendio e per le resistenze che presentano il fondo e le sinuosità delle sponde, che sono altrettante cagioni atte a distruggere la più gran parte della velocità acquistata, in guisa che la ripetizione successiva degli stessi ostacoli potrebbe alla fine assorbire interamente la residua velocità se il fiume non acquistasse forza per sormontarle. L'acqua non potendo ritardare il suo moto se non si gonfia, riacquista spesso maggior velocità di quella che ha perduto. Per intender bene questa verità, importa estremamente di considerare che il pendio non basta per costringere le acque a scorrere, occorre ad esse necessariamente il soccorso della loro fluidità, la quale fa sì che una parte delle acque stesse può essere fermata o ritardata senza che le altre ne soffrano, perocchè il loro volume trovandosi sollevato ad una certa altezza, le colonne superiori premono le inferiori, ed imprimono un grado di moto eguale a quello ch'esse avrebbero acquistato con una caduta avente per altezza quella delle stesse colonne; il che dimostra che più l'acqua sarà innalzata acquisterà maggior velocità: al che si può aggiugnere che allontanandosi di più dal fondo essa sentirà meno la resistenza che può procedere da esso.

979. Da ciò proviene che i fiumi hanno assai più velocità nel tempo delle loro escrescenze che in quello in cui le acque sono basse, principalmente nei luoghi ove il loro letto è ristretto, perocchè lo stesso volume di acqua corrente s'innalza di più. È vero che tale ristringimento avvicinando le rive al filone dell'acqua, gli ostacoli laterali si fanno sentire di più; ma ciò che perde per questo la velocità non sta in confronto di quanto acquisterà con l'aumento della sua altezza. Da questo ragionamento si deduce la necessità di rinserrare fra due moli il canale di un porto di mare, onde approfondarlo per l'azione delle acque delle chiaviche di scarico, come faremo ancor meglio sentire nella sezione seconda.

È certo che l'acqua passando da un letto angusto ad un altro più ampio per allargarsi di superficie, non avendo più tanta altezza deve diminuire di velocità; ma ne può ad esso restare a sufficienza per iscorrere sopra una mediocre profondità fino al punto ove gli ostacoli non gli permettano più di evacuare con tanta prontezza, come lo esige la sua portata; allora quella che rimarrà indietro crescerà in altezza per l'aggiunta di quella che la segue e sosterrassi nell'elevazione che si sarà fatta, da fornire il volume che produce il fiume.

980. Ciò che pure contribuisce a far nascere molta ineguaglianza nella velocità di un fiume sono i declivj e controdeclivj del fondo senza parlare

della forma delle sue sponde che facilita o ritarda il corso delle acque. D'ondo avviene che di rado si vedono acolare con velocità uniforme specialmente quando sono basse; al contrario nelle escrescenze la velocità della loro superficie sembra bastantemente eguale; siccome allora esse sono torbide e non si vede ciò che succedo nel fondo, si sarebbe indotti a credere che vi regni la stessa uniformità se la ragione non facesse sentire che una maggior altezza d'acqua distrugge ciò che si è rimarcato nel fondo quando si vedeva distintamente.

981. Ne segue che nei fiumi che hanno molto declivio verso la loro origine, la velocità deriva piuttosto dall'acceleramento cagionato dalla caduta che dal volume dell'acqua; ma nella distanza in cui si trova da tale origine, se l'inclinazione del letto diviene insensibile e che a tale circostanza vi si aggiungano ancora degli ostacoli per parte del fondo tutti i gradi di velocità acquistati dalla caduta si troveranno distrutti, senza che perciò il fiume cessi di scorrere, perocchè crescendo in altezza, come ho già detto, a misura che diminuisce la sua prima velocità, esso ne acquista una nuova che rimpiazza la prima.

Poichè il corso di un fiume dipende tanto dalla sua velocità acquistata dalla caduta che dall'altezza del volume d'acqua, può succedere che di tutta la quantità che passerà per una seziono la parte inferiore ripeta la sua velocità dall'altezza di quella che la preme, o che la superiore sia sollecitata dalla caduta primitiva.

982. Da ciò si può conchiudere che le acque di un fiume preso nella stessa sezione non essendo ugualmente sollecitate, non vi può essere regola per misurare la quantità che questo fiume ne somministra, specialmonte se si vuol giudicare da quella della superfice facendovi galleggiare un corpo per misurare il cammino cho fa in un tempo determinato. Perocchè se il fondo non ha che picciolo o nessun pendio nel luogo ove si fa l'operazione, la velocità del fiume avrà per cagiono principale l'energia dell'acqua; allora le velocità degli strati presi nella stessa sezione andranno crescendo in ragione delle radici quadrate della loro profondità, fatta astrazione dalla resistenza cagionata dal fondo. Nondimeno, siccome essa non può mai essere nulla, il ritardo di quella che gli corrisponderà immediatamente turberà non solo questa gradazione di velocità ma influirà pure su quella degli altri strati meno profondi, porocchè l'aderenza o vischiosità, o che hanno fra loro le molecole d'acqua, fa sì cho la velocità di quelle del fondo non può essere ritardata senza che queste non ritardino le altre che sono al di sopra e queste ultime le seguenti, ma sempre diminuendo a misura che saranno più distanti dalle prime. In tal modo vediamo rallentato il moto dell'acqua che si appressa alle sponde, e quella che gli è contigua risentirsi gradatamente della perdita di questa velocità. Per una ragione contraria si osserva in un canale la cui acqua è stagnante, che se si apre un pertugio situato sotto il livello di esso, la sua superficie acquista un moto che non può essere prodotto che dall'aderenza ch'essa ha con le molecole d'acqua che scorrono sotto. Frattanto nella misura delle acque correnti si possono trascurare tali variazioni, perocchè le molecole cho avranno maggiore rapidità la divideranno con quelle che ne hanno meno, d'onde risulta che la velocità media è quella su cui bisogna calcolare di più.

983. È un pregiudizio generale anche presso gli uomini dell' arte che i fiumi non hanno corso se non pel declivio del loro letto, benchè nessuno abbia finora dimostrato la necessità di questo nè quanto dovrebbe essere, riguardo alla lunghezza del tragitto; da ciò provengono le diverse opinioni degli autori che parlarono della condotta delle acque correnti per valutarne la pendenza, ciò avviene quando si ondeggia nell' incertezza di conoscere il punto al quale si deve limitare, nondimeno non occorrevano che occhi per disingannarsi. Non si vede adunque quando si lascia sfuggir l' acqua per tutta la larghezza della sezione di un canale orizzontale che essa scorre naturalmente verso il luogo ove non è più ritenuta, il che non può avvenire altrimenti. Perocchè se la superficie dell' acqua si trova un poco più elevata di quella del mare o del fiume che deve riceverla, questa differenza di livello genererà differenza nell' altezza delle colonne le cui basi saranno comprese in uno stesso piano orizzontale: le più alte caccieranno le più basse innanzi a sè, inchinandosi impercettibilmente la superficie dell' acqua per tutta la sua lunghezza, scorrerà con una velocità regolata su la profondità a cui si sarà ridotta, relativamente all' abbondanza della sorgente che la alimenterà, e se è inesauribile, come supponiamo, questo canale non differirà punto da un fiume. Non è dunque assolutamente necessario che il suo fondo abbia un declivio acciò l' acqua possa scolare, basta che verso la sua origine la superficie dell' acqua sia regolarmente più elevata di quella del luogo ove determinerà il suo corso; allora più sarà considerabile il volume che deve scorrere su lo stesso letto orizzontale, più grande sarà la velocità, poichè dipenderà soltanto dall' altezza delle acque.

984. Da tutto ciò che precede si può conchiudere 1.° Che vi sono due cause immediate della velocità dei fiumi, l' una la pendenza del letto e l' altra l' altezza viva dell' acqua, cioè della sezione presa dalla superficie fino alla parte bassa che conserva la sua propria velocità al di sopra degli ostacoli.

2.° Che queste due cause non operano insieme, ma in ragione della maggior forza, in guisa che se l' acceleramento vince l' altezza viva dell' acqua, alla prima e non alla seconda si deve attribuire la velocità ed al contrario.

3.° Che nella stessa sezione l' una e l' altra di queste cause possono aver luogo nello stesso tempo, in guisa che una parte dovrà la sua velocità all' altezza dell' acqua, e l' altra all' inclinazione del letto.

4.° Che nei fiumi aventi poco pendio la velocità proviene quasi sempre dall' altezza viva dell' acqua, e che al contrario in quelli che hanno molta caduta, essa può influire più che l' altezza dell' acqua ad accelerarne il corso come succede ai torrenti.

5.° Che non si deve giudicar sempre del declivio del letto di un fiume per la sua velocità, poichè fra i monti è d' ordinario precipitosa, mentre nelle pianure non vi è che poco pendio; d' altronde è noto che i luoghi di minor larghezza sono precisamente quelli in cui le acque hanno maggior velocità benchè sovente il fondo non abbia declivio; ciò è tanto più naturale, che vedesi che la velocità di un fiume aumenta in ragione delle escrescenze benchè il fondo rimanga lo stesso.

6.° Che un fiume il quale fornisce dovunque una eguale quantità di acqua, ha necessariamente le sue velocità nella ragione reciproca delle sezioni corrispondenti onde nei luoghi più stretti hanno maggiore rapidità che negli altri più larghi.

7.° Che i fiumi non aventi declivio sensibile saranno tanto più rapidi quanto più grande sarà l' altezza viva dell' acqua.

8.° Finalmente che nella misura delle acque correnti devesi fare in guisa che tutta la velocità di quella che sarà contenuta nella sezione presa a consigliare abbia a dipendere dalla sola altezza dell' acqua e non dal suo pendio; il che si può fare facendo uso di pertugi o cataratte situate sotto la sua superficie per obbligàrla a mantenersi a livello ed aumentare la sua velocità interna, rapporto al termine a cui rimarrà costantemente innalzata, onde poterne fare il calcolo moltiplicando la sua velocità media per l'area del pertugio, come abbiamo insegnato nell' articolo 537 della prima parte di quest' opera.

Sezione II.

Ove si esamina l' azione del corso dei fiumi sul loro fondo e su la loro sponda.

985. L'esperienza ci fa conoscere che i fiumi profondano ed allargano il loro letto in ragione della forza che ha l'acqua per corroderli, cioè che se la sua azione è superiore alla resistenza del terreno, essa ne staccherà delle parti che trascinerà con veemenza maggiore quanto più sarà alta, che se al contrario la tenacità si trova superiore alla forza dell' acqua, essa scorrerà semplicemente sul proprio letto senza farvi corrosioni osservabili. Si può credere adunque che quando i fiumi si sono formati hanno scavato il loro letto in profondità e larghezza finchè hanno trovato un fondo su cui ha potuto esercitarsi la loro forza, ma che la tenacità divenuta più grande mentre l' altezza dell' acqua è diminuita estendendosi in larghezza è sopraggiunta una specie di equilibrio tra le forze agenti e le resistenti, la quale ha determinato la larghezza del loro letto secondo le sole leggi della natura.

Si può dunque ammettere come principio certo che la velocità dell' acqua finchè non troverà resistenza per parte del fondo e delle rive che eguagli la sua forza, andrà sempre profondandosi ed allargando il suo letto fino al punto in cui per la combinazione delle cause operanti e resistenti, l'attività delle prime diminuisca, mentre la forza delle seconde aumenti ed alla fine queste ultime si trovino eguali alle altre o le sorpassino. Perocchè se ciò non fosse ed un fiume continuasse sempre a profondarsi quelli che dal principio del mondo si sono formati un letto scavando il terreno avrebbero col lasso di tempo escavato fino alle più profonde viscere della terra. Siccome ciò non è avvenuto non si può dubitare che l' acqua avendo diminuito di velocità a misura che si espande sovra una più grande larghezza, si è alla fine abbassata tanto che la sua forza fu ridotta al di sotto della resistenza del fondo delle sponde. Quindi vediamo che se succede in essi qualche alterazione è sempre nelle grandi piene quando si rompe l'equilibrio a danno del terreno.

986. Per giudicare in qual modo l' acqua di un fiume agisce sul fondo ne supporremo dapprima uno perfettamente retto avente dovunque la stessa

larghezza e profondità con un declivio di letto uniforme senz' essere più inclinato verso una riva che verso l' altra, in guisa che la sezione dell' acqua con un piano verticale e perpendicolare alle rive, di aver sempre una stessa superficie; allora ogni qualvolta si tratterà di un simil fiume, lo chiameremo *fiume diretto regolarmente.*

Per poco che si faccia attenzione vedrassi che se il letto di un fiume regolarmente diretto è dovunque omogeneo, ma suscettibile di essere intaccato dall' azione del corso dell' acqua, un tal fiume deve produrre le stesse cose per tutta la sua lunghezza, poichè non v' è ragione che dia luogo a differenze ne' suoi effetti. Per giudicare a che si riducono, si consideri che un fiume ha due moti, l' uno attuale che dipende dalla velocità sua verso il termine a cui si riduce, e l' altro che nasce dalla sua energia o gravitazione sul fondo d' onde risulta un moto composto che agisce su lo stesso fondo in direzione obliqua. Per maggiore intelligenza suppongasi che in un piano verticale la linea A B, Tavola 35, figura 1, indichi la superficie del fiume scorrente da A in B, e C D il suo fondo, per conseguenza la perpendicolare E F potrà esprimere l' energia dell' acqua; ora se si prende il suo prolungamento E I per l' altezza da cui bisognerebbe che un corpo cadesse per acquistare una velocità eguale ed uniforme a quella del fiume, essa ne marcherà la forza. Quindi facendo E G = E I, e poscia il parallellogrammo E F H G, *la diagonale* E H *esprimerà la forza con cui il fiume agirà su le parti del fondo per staccarle,* poichè, secondo la nostra supposizione, la profondità e la tenacità sono dovunque eguali. Ma se vi fossero dei luoghi più bassi o più alti del livello del fondo ove l' acqua senza perdere la sua velocità avesse maggiore o minore energia, è naturale che i suoi effetti corrisponderanno a tali differenze, che si verificheranno anche quando la tenacità sarà più o meno grande in un luogo che in un altro, come spiegheremo più particolarmente altrove.

987. Riguardo all' impressione della corrente contro le sponde, essa ad eguale tenacità non sarà così forte come presso il fondo tanto meno se queste sponde saranno più ripide e che si considereranno nei luoghi delle loro superficie più distanti dal fondo, perocchè l' energia dell' acqua per un piano inclinato all' orizzonte diminuisce secondo l' ordine dei termini di una progressione aritmetica; quindi attribuendo la stessa velocità a tutte le lamine d' acqua, a qualunque siasi profondità, *la sua forza media su questa superficie sarà espressa dalla metà della diagonale corrispondente alla massima profondità.*

988. Da ciò consegue che meno scarpa avranno le sponde, meno sentiranno l' impressione della corrente in guisa che se fossero quasi verticali, come sono i rivestimenti delle sponde non si tratterebbe che della semplice spinta dell' acqua, come se fosse stagnante, perocchè la corrente essendo ad esse paralelle influirà poco alla sua velocità; quindi *le sponde che hanno la superficie interna inclinata non si risentono della velocità del fiume se non per la loro parte orizzontale, il che sarà sempre espresso dalla linea che segna la loro scarpa.* Da ciò dipende che le rive dirette si conservano in buono stato quantunque sia violento il corso dell' acqua, a meno che particolari cagioni non ne producano la ruina: il che succede sempre piuttosto verso il piede che al di sopra, perocchè l'acqua vi ha maggior energia senza parlare degli ostacoli cagionati dai corpi stra-

nieri deposti al piede piuttosto che sulla loro scarpa che danno luogo a corrosioni.

989. Vi sono adunque tre cause principali che concorrono a stabilire il letto dei fiumi; la prima la qualità delle materie onde sono composti il fondo e le rive, perocchè è chiaro che le terre sabbiose cederanno più facilmente alla forza dell'acqua che non quelle di creta, e queste più della pietra o del tufo; la seconda proviene dalla situazione del letto, perocchè più sarà inclinato, più lo stesso volume di acqua avrà forza per escavarlo; la terza che è la principale, viene dalla profondità dell'acqua, poichè più essa sarà grande, maggior quantità di moto avrà per corrodere il fondo.

990. È da rimarcare che in un fiume diretto uniformemeute, ed il cui fondo è omogeneo ma capace di essere intaccato, l'acqua deve scavarlo più nel mezzo che verso le sponde, specialmente se questo fiume non ha che poca larghezza, l'attrito contro le stesse sponde ritardando la velocità dell'acqua che le tocca immediatamente, e questa le altre parti contigue, e così di seguito sempre scemando fin verso il mezzo del fiume, ov'è ciò che d'ordinario si chiama *filone dell' acqua* che si distingue dal restante pel suo corso più rapido. Vedesi che ciò non può avvenire senza che questa rapidità stessa produca sul fondo un effetto più marcato nel suo mezzo che sui fianchi.

I fiumi non potendo scavare il loro letto senza che le particelle che se ne staccano intorbidino l'acqua (massime nel tempo delle escrescenze, perocchè allora essa ha più forza che al solito ed i ruscelli che vi affluiscono apportano molte altre particelle provenienti dalle campagne, state raccolte dalle pioggie e dallo squagliamento delle nevi) giova osservare che sebbene il peso specifico della terra sia naturalmente più grande di quello dell'acqua, succede nondimeno che le sole parti grossolane si precipitano al fondo, perocchè il moto della corrente sostiene le altre suddividendole in parti, le cui superficie crescono molto più in proporzione, di quello che diminuiscano le loro masse cosicchè non conservano bastante gravità per attraversare l'acqua che le sostiene e sono trasportate con essa. Si ha anche luogo di credere che molte di quelle che sono discese fino al fondo risalgano poscia con una parte delle altre che ne sono state staccate, tosto che sieno state abbastanza attenuate per la divisione fattane da rimbalzo dell'acqua prodotto dagli ostacoli del fondo istesso. Quindi tutte queste particelle terree che intorbidano l'acqua nuotano in essa per quanto ne dura la sua attività; ma se decresce a ragione che diminuisce il suo volume od il declivio del letto, o perchè potendo estendersi in larghezza essa diminuisce di altezza, allora divenuta più tranquilla, le parti terree si congiungono e perdono della loro superficie a misura ch'esse aumentano di massa, e si precipitano al fondo con tanta maggior facilità quanto l'acqua avrà minore moto. Importa molto l'osservare che a misura che esse innalzeranno il fondo, ne diminuiranno anche il pendio.

991. Quando un fiume riceve dai torrenti che vi affluiscono una quantità di terra e di sabbia nei tempi delle escrescenze che non può tutta incorporarsi con le acque, una parte discende al fondo e l'altra è trasportata da lontano, il che avverrà istessamente se dopo l'escrescenza i torrenti cessando di trascinar materie, il fiume ha il tempo necessario per distaccare ciò che si sarà depositato nel suo letto; ma se l'intervallo da un'escrescenza

all'altra non basta, ciò che non avrà potuto essere portato via ingrosserà per effetto dell'escrescenza seguente, che produrrà gli stessi effetti della prima, e così dicesi delle altre. Allora se queste escrescenze sono periodiche, come d'ordinario avviene, il letto del fiume s'innalzerà insensibilmente diminuendo di pendio e le acque strariperanno forse nella campagna a meno che non si sostengano con arginature, acciò restando gonfie ad una certa altezza acquistino tanta energia quanta ne occorre per iscavare i depositi nel tempo che il fiume non ne riceverà di nuovi.

992. La corrente di un fiume regolarmente diretto, avendo, come si è detto or ora, maggior velocità nel mezzo della sua larghezza che verso le sponde, se il fondo è sabbioso, scaverà di più nel luogo in cui la rapidità delle acque è più grande, e per l'opposta ragione scemerà l'effetto appressandosi alle rive; d'onde si può conchiudere che dopo qualche tempo il letto se prima era piano come B D diviene curvo a guisa di vôlta roveasciata B C D; quindi continuando il fiume a profondarsi così acquisterà sempre maggior velocità nel mezzo a misura che l'altezza dell'acqua crescerà, benchè il suo volume rimanga lo stesso. Se l'acqua si aumenta per qualche escrescenza, essa scaverà ancora il fondo con maggior velocità e sempre più nel mezzo che verso le sponde. Le pioggie o lo squagliamento delle nevi venendo a cessare, il fiume diminuisce di altezza e di velocità specialmente verso le sponde, e le parti terree di cui allora l'acqua sarà pregna vi si deporranno in quantità assai più grande che nel mezzo ove l'attività che avrà conservato il fiume non permetterà loro di discendere, ma soltanto verso le rive che si fortificheranno al piede. Se lo stesso effetto avviene in tutte le escrescenze; cioè che il mezzo del fondo continui a poco a poco a fondarsi mentre le sponde si fortificheranno sempre non solo un tal fiume conserverà il suo letto nella stessa direzione, ma diverrà ancor capace di contenere le maggiori escrescenze senza mai straripare come si osserva in quelli che sono bastantemente incassati. Ogni qualvolta succede il contrario, è perchè non sono uniformemente diretti, o che il fondo loro non è più suscettibile di essere corroso.

993. Benchè il letto di un fiume sia capace delle più grandi escrescenze, può nondimeno succedere che se il fondo e le sponde sono dure abbastanza per non poter essere intaccate dalla sola forza delle correnti, straripera in seguito per non poter contenere la stessa quantità d'acqua che conteneva dapprima; per giudicarne si considerino le circostanze in cui può incontrarsi questo fiume 1.° se le acque saranno chiare o torbide; 2.° se scorreranno rapide o lente. Se sono chiare in ogni tempo non v'è ragione per cui lascino dei depositi comunque rallenti la loro velocità quando dopo le escrescenze diminuiranno di altezza: quindi non riempiendosi il letto di materie estranee sarà sempre in istato di contenere le grandi escrescenze. Del pari se l'acqua, benchè torbida e bassa, scorre con molta rapidità, essa non potrà lasciare che pochissimo deposito, perocchè trascinerà con sè le materie di cui sarà caricata; ma se in questo caso il pendio del letto è mediocre e la velocità dell'acqua diminuisce in proporzione della propria altezza, è certo che deporrà verso le sponde a motivo del rallentamento di velocità che produrranno. Quindi continuando a succedere la stessa cosa in tutte le escrescenze, il letto si riempirà insensibilmente verso le sponde, mentre il mezzo resterà presso a poco lo stesso a

cagione della durezza del fondo e dell' energia che vi conserverà l' acqua, invece che diminuirà sempre più appressandosi alle sponde al segno da mancargli la forza anche nelle escrescenze per poter radere i depositi. Allora la capacità del fiume scamando sempre, verrà un tempo in cui le acque sovrabbondanti non potendo più esservi interamente contenute strariperanno nella campagna, massime se il letto ha poco pendio.

994. Aggiugnerò che nei luoghi ove i fiumi hanno maggior larghezza che non occorre, s' interriacono talvolta verso le sponde finchè il loro letto siasi rinserrato nei limiti convenienti al passaggio delle acque più grosse; e siccome si allargano in altri troppo stretti finchè abbiano raggiunto l' equilibrio fra la forza dell' acqua e la resistenza delle sponde, vedesi che d' ordinario la natura si appropria da sè i limiti che convengono a tali effetti. Bisogna però osservare che ciò non succede se non nei fiumi che sono incassati e non in quelli che avendo poca profondità e poco pendio, sono piuttosto soggetti ad alzarsi di letto anzichè a profondarsi, perocchè se la velocità dell' acqua è la stessa dovunque i depositi si formeranno egualmente. Da ciò procede che i fiumi orizzontali si allargano d' ordinario verso la loro foce per mancanza di forza nell' acqua onde scavarli e perciò il loro fondo vi rimane più alto che in ogni altro luogo a meno che non si restringa con dighe; allora ben lungi dal colmarsi, se è composto di materie molli potrà approfondarsi, tanto più che le acque acquisteranno una più grande velocità col loro gonfiamento.

995. I fiumi che scorrono in ghiaja conservano di rado la stessa direzione, perocchè spingendo irregolarmente innanzi a loro la ghiaja, questa si ammassa sovente in così grande quantità in certi luoghi che formavi dei banchi, che costringono la corrente a stornarsi dal suo cammino ordinario: venendo in seguito ad incontrare un terreno di una debole resistenza, si scava un nuovo letto il più spesso composto di più braccia che danno luogo all' origine delle isole cagionate dagli interrimenti che producono le sinuosità che in seguito forma il fiume.

Se per impedire che ciò succeda si fanno delle dighe onde costringere la corrente a scorrere rettamente, e sieno appoggiate ad un terreno ghiajoso, non si tarda a conoscere la loro insufficienza, perocchè sono tosto scavate al piede. Simili fiumi sono quasi indomabili a meno che non s'impieghino mezzi più efficaci di quelli che si usano per mantenerli nei primi limiti. Quando scorrono sopra un fondo di sabbia sono essi più facili da governare per l' uniformità a cui si conserva il loro letto, tosto che sia stato giudiziosamente regolato dalla natura o dall' arte, a meno che alcune straordinarie combinazioni non turbino l'equilibrio fra l' azione della corrente e la resistenza del letto.

996. Per far conoscere le diverse cagioni dei danni cui vanno soggetti i fiumi, comincieremo dall' esaminare gli effetti delle grosse pietre che tracinano quando ricevono quelle che il vento o la pioggia staccano dai monti adiacenti, senza parlare delle altre che talvolta si staccano dalle loro rive ed anche dal loro proprio fondo; ma senza curarci da dove provengano, basta sapere che molti fiumi ne trasportano, nè ciò deve sorprendere. Siccome i corpi immersi nell' acqua pesano meno che nell' aria, di tutto il peso del volume di acqua di cui occupano il posto, se avviene,

per esempio, che una pietra di una massa equivalente a quella di un piede cubico pesi 120 libbre nell' aria, essa non ne peserà più se non 50 nell'acqua; quindi, appena la corrente sarà capace col suo orto sopra la superficie di questa pietra, di una impressione superiore alla resistenza che le rimane, la farà rotolare innanzi a sè nel mezzo, se la rapidità vi è più grande che altrove, come proseguiamo a supporre.

Sarà lo stesso per le altre pietre più grosse o più picciole della precedente, osservando che queste ultime saranno spinte con maggiore o minore veemenza delle altre, non già per essere più leggiere, poichè se sono della stessa qualità, il loro peso specifico sarà sempre in un rapporto eguale con quello dell' acqua; ma perchè essendovi più superficie che massa in proporzione, esse porgeranno maggior presa alla corrente.

Ciò posto, se un fiume diretto regolarmente, il cui fondo si suppone dovunque di maggior resistenza della forza che ha l' acqua per corroderlo, trasporta delle pietre di diversa grossezza, è certo che dopo aver percorso un determinato cammino, le une più e le altre meno, seguendo sempre il filone dell' acqua, se incontrano qualche ostacolo la corrente non li storna sui lati secondo la determinazione che faranno nascere le superficie urtate. Così deposte per intervalli la sabbia e la ghiaja ammassandosi formeranno col tempo specialmente nelle magre degl' interrimenti a piano inclinato, il cui pendio andrà dalle rive verso il mezzo del letto. Allora l' acqua, essendo costretta a riunirsi nel fondo più basso, non scorrerà più se non serpeggiando, senza poter come prima dirigersi in linea retta verso il termine a cui deve giugnere, ma le cose non limiteranno a ciò, perocchè se le sponde sono composte di parti facili a staccarsi, diverranno tortuose quanto il fondo e anche più: e ciò è quello che proveremo.

997. Abbiasi un piano inclinato, per esempio, dal sud al nord, facendovi rotolar sopra un corpo sferico a cui siasi impressa una velocità diretta dall' est all' ovest; questo corpo allora avrà due moti, il primo in direzione alla linea d' impulso, ed il secondo che pende dalla sua gravità in direzione alla inclinazione del piano. Quindi finchè sussisterà la prima, il corpo seguirà una direzione composta delle due precedenti e descriverà una curva. Del pari l' acqua di un fiume che scorre naturalmente al suo termine sovrapassando ad un interrimento inclinato E F da una sponda A B all' altra C D, discenderà verso la parte bassa ed urterà la sponda adiacente C D secondo una direzione obliqua G H, composta dal moto diretto nell' acqua e da quello che nasce dalla sua energia, mentre prima dell' interrimento la velocità della corrente paralella a questa sponda, non faceva per così dire altro che lambirla; ma nel caso che supponiamo, la ripetizione continua dell' urto che proverà non mancherà d' intaccarla formandovi un seno I K L, Tavola 35, figura 3. Ora si sa che un corpo il quale urta obliquamente una superficie non potendo continuare il suo moto secondo la stessa direzione riflette sotto un angolo eguale a quello d' incidenza; del pari l' acqua partendo dalla sponda C D da essa incontrata, urterà sotto un angolo presso a poco eguale l' altra sponda opposta A B che intaccherà del pari col seno M N O, poscia incontrerà di nuovo la prima C D, e continuerà a rimbalzare fino a che sussisterà la forza che la dirige obliquamente, a meno che un altro interrimento non le faccia prendere una direzione diversa.

998. Siccome il progresso dell' urto corroderà le sponde al piede nei luoghi ove l'acqua le avrà intaccate, nel tempo delle escrescenze essa farà cadere le terre appena mancheranno di consistenza per sostenarsi, esse poscia saranno trascinate dalla corrente che le deporrà sui vicini interrimenti. Quindi l'acqua operando per tutta l'altezza delle sponde le corroderà ad intervalli a destra ed a sinistra, ed acquisteranno insensibilmente delle inflessioni simili alle sinuosità del fondo; allora il fiume diverrà tortuoso, e prenderà larghezze diverse che saranno finalmente determinate al pari della figura delle sponde dall' equilibrio che si stabilirà fra l' azione dell' acqua e la tenacità del terreno senza che vi succeda cangiamento significante se non nei casi straordinarj.

999. Siccome tutti i fiumi non trascinano grosse pietre, fa duopo che esistano altre cause che li rendano tortuosi; una delle principali proviene da non essere il loro fondo di una eguale tenacità dappertutto, supponendo sempre un fiume diretto uniformemente, ma di un letto molto duro in certi luoghi tenero e sabbioso in certi altri, queste ineguaglianze dal suolo basteranno per cangiarne in seguito la direzione.

Infatti si consideri il profilo A B C D E, Tav. 35, fig. 3, come quello di un fiume col fondo lungo una parte della riva destra E D composto di materia sabbiosa per la lunghezza C D, ed il resto B C di terreno composto. Ciò posto, succederà alla lunga che il primo lato si profonderà come indica C K D, e che al contrario l'altro B C s' innalzerà successivamente, perocchè la corrente trovando più presa a destra che a sinistra crescerà in profondità quanto più si alzerà l' acqua I K, perocchè l' aumento della sua velocità ne sarà una necessaria conseguenza. Al contrario appressandosi alla riva sinistra, la velocità dell' acqua andrà sempre decrescendo, d' onde segue che nel tempo, che sarà torbida i depositi si faranno in ragione inversa della diminuzione delle stesse velocità, e formeranno il piano inclinato H C contiguo a C K. Allora la maggior parte della corrente sarà rigettata verso la sponda destra, e la forza composta della sua velocità e della sua energia agendo contro questa diga con direzione obliqua ne minerà il piede e formerà un seno con la caduta dalla terra ch' essa avrà scavato: per conseguenza se si trovano dei terreni sabbiosi ora verso una riva or verso l' altra, i seni che nasceranno da questa parte e da quella dalle inflessioni dell' acqua, faranno sì che il corso del fiume, benchè diretto in origine, diverrà tortuoso: quindi vi è molta apparenza che questa sia una delle cognizioni principali dell' irregolarità delle loro rive.

1000. Succedendo che in qualche luogo un terreno solido si stendesse tutta la larghezza del letto e fosse preceduto da un terreno sabbioso, l' acqua avendo la facilità di morderlo potrà far sì che l' orlo del precedente formi una soglia. Ora siccome questa soglia per un caso potrebbe trovarsi direttamente opposta alla corrente, anzi è presumibile al contrario che sia piuttosto obliqua, l' acqua che l' urterà, ripiegando contro una delle sponde la intaccherà come poc' anzi.

1001. Non può ancha accadera che il letto di un fiume quantunque di eguale tenacità dappertutto, penda naturalmente ora verso una parte, or verso l' altra? Allora se le rive corrispondenti ai luoghi più profondi non sono di una tenacità capace di resistere all' impressione obliqua del corso

dell'acqua, il suo urto non potrà a meno di avere le stesse conseguenze di prima. Potrà ben darsi che tali cose non si manifestino se non dopo molti secoli, perocchè per discoprire il terreno solido che troverassi ad una certa profondità sotto il sabbioniccio, sarà stato necessario a questo fiume un tempo considerabile. Da ciò proviene che dopo aver sempre osservato in esso un corso regolare, cangia finalmente di direzione senza che se ne conosca il vero motivo, perchè nessuno ha studiato i cambiamenti del suo letto.

1002. Un'altra cagione che può anche contribuire molto a rendere tortuosi i fiumi proviene dai fiumicelli che vi affluiscono in varie direzioni: perocchè se le loro acque sono rapide lo attraverseranno, andranno ad urtare la sponda opposta, e di là si ripiegheranno sull'altra e formeranno col tempo delle sinuosità. Siccome indipendentemente da queste cagioni se ne incontra un gran numero di altre che concorrono allo stesso fine, vedesi che vi è una specie di necessità che tutti i fiumi perdano la prima dirittura che hanno potuto avere in origine e che per tempo si formino un corso serpeggiante, il che avverrà specialmente a quelli che trasciuano molta sabbia e ghiaja che danno luogo a interrimenti, e per tutto ciò che ne risulta.

1003. Nessuno ignora come uno Stato abbia interesse a conservar navigabili i fiumi, levando tutto ciò che ad essi può essere contrario specialmente al passaggio dei ponti; ma fa duopo di maggiori cognizioni di teoria e di pratica che non si crede, per essere in istato di ordinare le costruzioni atte a rimediare al male presente od a prevenire quello che minaccia. La negligenza a tale riguardo non è punto scusabile, e potrei citare un gran numero di esempi che danno fondamento a temere di tutto per l'avvenire; eccone due fra gli altri degni della maggiore attenzione. Se non si sta in guardia le isole che nascono nella Senna immediatamente al di sotto del ponte di Vernon, e nel Rodano sotto quello di Saint-Esprit renderanno in seguito questi due passaggi pericolosissimi e forse impraticabili: se vi si rimedia troppo tardi potrebbe essere impossibile il ristabilire la navigazione malgrado le spese eccessive che vi si faranno. Allora qual perdita per Parigi e Lione se la loro comunicazione col mare fosse interrotta. Frattanto sembra che un timore così ben fondato non faccia senso perchè si considera con indifferenza il progresso degl'interrimenti che vi sono formati ai giorni nostri e che cagionano giusti allarmi a coloro che ne prevedono le funeste conseguenze.

1004. Quando si trovano de' fiumi incassati in argini soggetti ad essere danneggiati dall'azione della corrente, si suole attribuirne la cagione alla poca loro solidità e non si occupa che a rimediarvi con riparazioni fatte con maggiore accuratezza. Che se il male continua, succede spesso che si prende il partito di rivestire di murazione i luoghi cattivi sperando che vi si riparerà per sempre. Nondimeno l'evento mostra talvolta il contrario: ciò ha fatto credere a molti che vi fossero delle correnti i cui effetti fossero insuperabili, ma questa è una pura illusione, poichè in pari tempo si osserva che le dighe contigue ad opposte si mantengono in buono stato benchè non sieno che di terra. Non è adunque colla solidità delle materie onde si compongono, che si può rimediare alle dannose conseguenze dell'impeto di una corrente, ma bensì con altri mezzi che si spiegheranno

più sotto. Frattanto conviene dimostrare perchè le dighe rivestite di murazione cadano talvolta in ruina poco dopo che furono costrutte.

1005. Abbiamo fatto conoscere che un fiume devia dal naturale suo corso tosto che passa per un terreno più alto del suo letto, e dopo se ne incontra un altro più basso del livello del fondo, l' acqua vi è trascinata pel suo proprio peso. Ora se avviene che in certi luoghi si trovino interrimenti che abbiano prodotto un fondo più incavato che altrove, la corrente venendo a precipitarsi da quella parte non mancherà di scavare al piede del rivestimento e d' introdursi sotto la sua fondazione; e se non si è munita di file di palanche addoppiate colle commessure alternate e di sufficiente lunghezza, potrà anche succedere che esse pure sieno sradicate. Allora l' acqua espandendosi in lunghezza ed in larghezza sotto lo stesso rivestimento, è semplicissimo che trovandosi questa senza appoggio verso il mezzo, il proprio peso unito alla spinta delle terre lo faccia crollare. Se si ristabilisce di nuovo appagandosi di riempiere infossatura con ogni specie di materie, è certo che lasciando sussistere le stesse cause di distruzione avrà un simile destino, malgrado tutte le precauzioni che si saranno potute prendere per preservarlo.

L' unico mezzo di evitare questo danno è quello di dirigere la corrente in guisa cha da una parte la sua forza distrugga l' interrimento od il rialzo che cagiona tutto il male, e che dall' altro colmi il suolo aderente alla sponda danneggiata. Allora basterà rialzarla non già in murazione, ma in terra soltanto o perocchè questa parte del fiume essendo una volta rientrata nell' equilibrio, il suo corso seguirà il mezzo del letto ch' esso profonderà se il fondo lo permette, mentre le dighe si fortificheranno al piede e si troveranno nella stessa condizione: del resto ove supponesi che la combinazione delle forze agenti e resistenti, sia talmente distribuita per le leggi della natura che non succeda accidente osservabile.

1006. Consegue da quanto si è esposto che è assai più sicuro rimediare alle cause perniciose, divertendole anzichè ostinarsi ad impedirne gli effetti: che per conseguenza non si studia mai troppo per conoscerli bene e venirne a capo con poca spesa e lavoro. Questo partito sembrerà forse difficile a coloro che non fecero uno studio particolare del moto delle acque; ma spero di soddisfarli a questo riguardo nella seguente sezione: frattanto non bisogna perdere di vista che il corpo più rapido dell' acqua, a qualunque siasi luogo è marcato del suo filone sempre inseparabile dalla massima profondità.

Sezione III.

Degli effetti che producono i pennelli costrutti nei fiumi d' onde si deduce il metodo di ripararne i guasti.

1007. Chiamasi pennello un pezzo di diga costrutto di murazione ovvero con casse di legname piene di pietre, oppure formato da un tessuto di fascine con pertiche e cordonate, e munito di uno strato di ghiaja. Si

collocano lungo le sponde di un fiume per costringere il grosso della corrente a determinarsi da una parte piuttosto che dall' altra, onde interrompere tutto ciò che può essere dannoso; e siccome questi pennelli quando sono sporgenti producono effetti diversi, secondo l' angolo che formano con la riva adiacente, potendo essere ottuso, acuto o retto, considereremo ciò che succede a loro riguardo, onde giudicare in qual caso l'uno deve essere impiegato piuttosto che l' altro.

Si è veduto nella sezione precedente perchè i fiumi coll' andare di tempo debbono cangiare la loro direzione naturale; ora conviene dimostrare in qual modo si possono produrre gli stessi effetti col soccorso dell' arte onde dedurre delle regole per rimediare ai danni che loro sopraggiungono. Perciò supporremo un fiume diretto uniformemente, e che partendo dalla sua sponda sinistra A B, Tav. 35, fig. 4, siasi costrutto un pennello C D che si avanzi verso il mezzo del suo letto formando con questa riva un angolo ottuso A C D opposto alla corrente; inoltre che questo pennello la cui sommità è orizzontale, si trovi bastantemente elevato acciò l' acqua non lo sorpassi e sia obbligata a scorrere tutta pel passaggio che le si è lasciato.

1008. Supponiamo che in questo caso abbia luogo la legge dell' urto dei corpi senza nessuna alterazione, i fili d' acqua come E F, *e f*, compresi nello spazio A C D G che scorrono *paralelli alla riva sinistra* e che noi chiameremo *corrente modificata*; venendo ad incontrare la sua superficie C D ripiegheranno paralelli fra loro come F M, contro la riva destra S T, sotto un angolo M F D eguale a quello d' incidenza E F C. In questo caso più sarà ottuso l' angolo A C D, più forza resterà all' acqua riflessa per attraversare la larghezza H M della *corrente libera* S G D M che gli fa ostacolo. La ragione si è che il supplimento D C B di questo angolo si trova eguale a quelli d' incidenza e di riflessione C F E, D F M, e che più questi ultimi saranno acuti, meno la forza dei fili E F sarà diminuita dall' incontro del pennello, perocchè *della velocità assoluta non viene assorbita la sola parte perpendicolare alla superficie urtata, e quella che rimane paralella dopo l' urto è espressa dal seno del complemento dell' angolo di riflessione.* Se si volesse che la riva S T fosse urtata nel modo più vantaggioso, cioè perpendicolarmente, bisognerebbe che l' angolo ottuso A C D fosse i *tre quarti di due retti*, perocchè allora il suo supplemento B C D essendo di 45 gradi, come pure gli angoli d' incidenza e di riflessione l' angolo di mezzo E F M essendo retto, la direzione F M sarà perpendicolare a S T.

Segue da ciò che se in M al piede della riva S T vi fosse un interrimento che si volesse distruggere coll' azione dell' acqua, bisognerebbe prima determinare la larghezza H M da lasciare al passaggio del fiume, condurre la linea G N paralella alle sponde, abbassare su questa linea la perpendicolare M F, che parte dal mezzo dell' interrimento, poscia marcare la posizione del pennello in modo che essendo chiuso fra le paralelle A B, G N, il suo mezzo F corrisponda a questa perpendicolare, e che l' angolo A C D formato da esso con la riva A B sia di 135 gradi.

È da rimarcare che più sarà prolungato il pennello verso la riva opposta, più l' acqua riflessa avrà forza per attraversare la corrente libera e dirigersi direttamente contro questa sponda, quindi si vede che vi sono quattro cose da esaminare per determinar bene il tracciamento di un pen-

nello: 1.° la sua posizione riguardo all' oggetto che si ha di mira; 2.° l'angolo che la faccia opposta alla corrente deve fare con la riva adjacente; 3.° la sua lunghezza rapporto alla larghezza del fiume; 4.° la velocità e la direzione del suo corso. Queste diverse considerazioni sono ben più difficili da conciliare, quindi non si può aver lusinga di riuscire se non dopo avere acquistato con una lunga pratica la conoscenza perfetta degli effetti del fiume di cui si tratterà.

1009. Ecco l' idea più naturale che puossi formare dell' effetto di un pennello situato come quello di cui abbiamo parlato; ma siccome rimangono ancora molte circostanze che danno luogo a movimenti delle parti dell' acqua a combinarsi diversamente da quanto si è detto, conviene esaminarle per conoscerne il risultato; il che non si è fatto dapprima per non complicar troppo il soggetto.

È certo che tutti i fili d' acqua continuati nella larghezza, essendo arrestati dal pennello diminuiscono di velocità a misura che andando incontro ad esso, vi si avvicinano di più e che d' altronde sono più distanti dal filone principale O V. Frattanto l' acqua non potendo riflettere se non con la forza che le rimane dopo l' urto, ne avrà ancora meno di quella che le viene incontro; quindi quest' ultima la caccierà contro il pennello ove sarà sostenuta più alta che altrove. Allora la sola energia la farà discendere da C verso D dalla parte più bassa che è quella della corrente libera, con cui essa concorrerà verso la riva destra dopo aver seguita una direzione radente e paralella alla forza C D.

Se la corrente è molto rapida e l' acqua ripiegata conserva sufficiente forza per allontanarsi dal pennello malgrado gli ostacoli che si presenteranno, essa allora potrà seguire una direzione come F I invero più curva che retta e congiugnersi alla corrente libera. Ciò succederà tanto più naturalmente quanto il fiume sarà più profondo sotto il filone O V che in ogni altro luogo, per conseguenza il suo letto sarà disposto a piano inclinato dalla sponda sinistra verso la destra. Siccome la superficie della corrente modificata avrà pure un poco di pendio in questo senso a cagione del ritardo di velocità che gli cagionerà l' attrito lungo la sponda sinistra, le acque di questa parte discenderanno necessariamente verso la corrente libera per concorrere con essa secondo la direzione che risulterà dalla combinazione delle forze opposte. Stante ciò supporremo che H I esprima la forza dell' acqua ripiegata secondo F H, e che K I indichi quella della corrente libera, quindi la diagonale L I del paralellogrammo K L H I esprimerà la direzione L P del fiume che incontrerà obliquamente la sponda S T ove formerà il seno M P X; di là potrà per riflessione essere cacciata contro la riva sinistra ove produrrà un altro seno B Q Y; e ricaderà forse ancora su la prima S T se gli rimane forza bastante per esservi rimandata.

Vedesi bene che il primo seno M P X sarà più grande degli altri seguenti, perocchè il pennello facendo gonfiare le acque superiori, avranno molta velocità sfuggendo pel passaggio D M ove formeranno una caduta; quindi cagioneranno un abbassamento di letto nel fiume andando a corrodere il piede della riva opposta. D' altronde potrebbe anche succedere che varie cagioni impedissero alle acque di combinarsi esattamente come abbiamo esposto; ma ne risulteranno sempre degli effetti presso a poco simili e che forniranno delle cognizioni di teoria necessarie a sapere

per regolarsi in pratica. Importa molto osservare che durante le escrescenze, le acque torbide rinchiuse nell' angolo D C B vi rimangono stagnanti perocchè il pennello le mette in salvo dall' azione della corrente; ond' è che esse si scaricheranno dal loro limo che formerà alla lunga un interrimento atto a fortificare il pennello.

1010. Quando il pennello forma con la riva adiacente un angolo acuto A C D, Tav. 35, fig. 5, opposto alla corrente, tutti i fili di acqua come E F rinchiusi nello spazio A C D G dovrebbero ripiegare contro la stessa riva facendo ciascuno l'angolo M F C = E F Y, e di là con una seconda riflessione M N ricadere su l' altra riva S T, ma ciò non succede, perchè altri fili $g\,h$ venendo direttamente incontro ad M Q con assai più forza che non ne rimane ai primi dopo i due urti precedenti, essi sono ricacciati contro il pennello, la cui situazione non permette più all' acqua di discendere verso la corrente libera, come nell' articolo 1009. Al contrario essa sarà rigettata da D in C nell' angolo D C X, ove dopo alcuni avvolgimenti rimarrà in quiete e formerà un prisma triangolare di acqua stagnante, limitato esteriormente dalla superficie immaginaria X R Y D, che farà le veci di quella di un nuovo pennello, facente con la riva A B un angolo ottuso A X D.

Siccome nella successione delle escrescenze le acque torbide deporranno del limo su la base X C D, vi si formerà un interrimento, il quale dopo un certo tempo s' innalzerà al livello delle più grandi escrescenze e occuperà il posto dell' acqua stagnante il cui limite X R Y D sarà piuttosto concavo che retto, pel continuo ricalcamento che proverà.

Ne segue che se il fiume ha poca velocità, i fileti come P Q incontrando il prisma fluido, e non potendo ripiegare, a cagione che saranno ricacciati da quelli che le seguono immediatamente, l' acqua si gonfierà lungo la linea X D, poi essa seguirà discendendo da X in D per concorrere colla corrente libera che sarà rigettata verso la riva destra, come nell' articolo precedente.

Se all' incontro il fiume ha molta velocità trovandosi arrestato dall' acqua stagnante, esso ripiegherà più o meno secondo la direzione Q N con una forza che supporremo espressa da H I, mentre quella della corrente libera potrà esserlo da K I; allora la diagonale L I del parallelogrammo K H indicherà la direzione L Z del fiume contro la riva S F, e dopo averla urtata ripiegherà secondo la direzione Z A B.

1011. Se il pennello C D, Tav. 55, fig. 6, formasse con la riva A C un angolo, tutta l' acqua che scorrerà nello spazio A C D G, venendo ad incontrarlo in direzioni perpendicolari come E F, dovrebbe naturalmente ripiegare sopra sè stessa senz' essere determinata verso l' una o l' altra delle rive, ma ciò è quello che non fa, o almeno assai debolmente, perocchè è ricalcata da quella che le viene incontro. Allora innalzandosi sopra il suo livello naturale, come abbiamo già rimarcato poc' anzi, una parte di quest' acqua la più vicina della testa Y D del pennello, sfuggirà verso la corrente libera, mentre quella che sarà nel fondo dell' angolo X C D, vi si fisserà dopo aver un poco volteggiato, perocchè decrescerà di moto a misura che si avvicinerà alla riva A C; il che darà luogo come poc' anzi ad un prisma triangolare di acqua stagnante, che formerà all' esterno con la riva A C un angolo ottuso A X D, più o meno aperto secondo il grado di velocità del fiume.

Per poco che si consideri vedrassi che questo prisma deve produrre gli stessi effetti del caso precedente, cioè che se il fiume ha un corso placido l'acqua arrivata contro l'ostacolo X R Y D scorrerà da X in D presso a poco paralella alla linea X D, e si congiugnerà alla corrente libera O V. Se all'incontro l'acqua dopo l'urto conserva forza bastante per riflettersi secondo P I, essa combinerassi con la stessa corrente, e seguiranno insieme la direzione L Z della diagonale L I del paralellogrammo delle forze K H; per conseguenza il fiume così determinato andrà pure ad urtare obliquamente la riva destra S T e fors'anco l'altra opposta.

Vedesi da ciò che precede che deve formarsi un interrimento nell'angolo X C D, come pure nell'altro D C B; che il primo guarentirà il piede del pennello contro gli abbassamenti del corso diretto dell'acqua e che il secondo gli servirà d'appoggio.

1012. Da quanto precede consegue che ciascuna delle tre posizioni che si possono dare ad un pennello, ha i suoi vantaggi secondo l'uso che se ne vuol fare. Per esempio quello che forma angolo ottuso opposto alla corrente, è di ottimo uso per dirigerlo contro un interrimento che si vuol distruggere; il che fa senza soffrire molto per parte dell'urto dell'acqua che allora non l'incontra se non obliquamente; quindi in questo caso merita la preferenza.

Se poi non si ha questo scopo ed al contrario si vuol riempire un luogo più incavato del letto del fiume, l'angolo acuto è il migliore di tutti per formare un deposito; allora si può fare un pennello alquanto curvo poligonale per formare una specie di anfrattuosità, osservando che la sua testa sia talmente disposta che la faccia esterna del prisma d'acqua stagnante non ripieghi contro le rive la corrente modificata per tema di danneggiarle, a meno che non si avesse occasione di distruggere in pari tempo un banco che si trovasse ivi presso; allora bisognerà tracciare il pennello in relazione a ciò. In quanto all'angolo retto non conosco in esso altro merito che quello di accorciare la lunghezza del pennello dalla sponda da cui deve partire fino al termine a cui si deve pervenire, il quale si troverà sempre più lungo per gli altri due angoli quando la testa del pennello sarà egualmente lontana da questa riva. D'altronde, ricevendo perpendicolarmente l'urto dell'acqua ne sarà più presto guasto al piede, perocchè i depositi non potranno aver luogo che nel fondo dello stesso angolo, se la corrente ha un poco d'impeto a motivo che l'acqua non vi sarà punto agitata, mentre al di qua essendo ripiegata da una parte e cacciata dall'altra sopra sè stessa, farà un vortice prima di unirsi alla corrente libera.

1013. Si è finora supposto che i pennelli sieno massicci, di forma paralellepipeda e stabiliti solidamente; ma siccome in molti casi questa forma produrrebbe degli straripamenti nel tempo delle grandi escrescenze, se si fosse obbligati a dare molta lunghezza al pennello, e per conseguenza restringer troppo il passaggio delle acque, ecco il mezzo di conciliare l'oggetto proposto coi cangiamenti che succedono ai fiumi onde non ne possa risultare verun danno. Questo mezzo si è di fare i pennelli a foggia di cuneo C D N, Tav. 35, cioè che la faccia opposta alla corrente sia un triangolo rettangolo, come indicano le figure 7 ed 8, ove nella prima il pennello fa un angolo acuto con la riva adiacente, e nella seconda un angolo ottuso che si potrebbe rendere anche retto secondo che si giudicherà più conveniente.

È certo che questi pennelli debbono per molti riguardi produrre una parte degli effetti che abbiamo rimarcato parlando dei precedenti, ma modificati a cagione della differenza della loro figura. L'acqua rinchiusa negli angoli a destra ed a sinistra, essendovi quasi stagnante, formerà due piramidi triangolari D Q N C e D N Y C che insieme ne formeranno una sola C N Q D Y col corpo del pennello e dopo un certo tempo questa piramide diverrà solida interamente quando i depositi avranno preso successivamente il posto dell' acqua stagnante.

1014. Vedesi che nell' uno e nell' altro caso la lamina d' acqua che scorrerà immediatamente sopra il fondo, venendo ad incontrare la base Q D della piramide N Q D C, discenderà da Q in D per congiugnersi alla corrente libera se la velocità del fiume è mediocre, oppure rifletterà da P verso H per concorrere con essa secondo la diagonale L I, se questa velocità è molto rapida. Siccome avverrà lo stesso a tutte le altre lamine che incontreranno le basi come R S, X F; il triangolo inclinato N Q D obliquò alla sponda A C, respingerà necessariamente la corrente modificata, verso la destra, ma sempre meno venendo dal fondo alla superficie ove non vi sarà che poca differenza nella velocità della sua larghezza.

Segue da ciò che nelle grandi escrescenze le acque scorreranno più libere che se il pennello fosse di figura parallelepipeda; quindi principalmente verso il fondo del loro letto opereranno su l' interrimento che si vorrà corrodere nel tempo della loro ordinaria altezza; tempo che non si potrebbe metter troppo a profitto, mentre è quello di maggior durata. D' altronde passo sotto silenzio varj riflessi su la preferenza che meritano i pennelli triangolari perchè si vedranno facilmente per poco che vi si ponga mente.

1015. Credo di avere bastantemente spiegato gli effetti che producono i pennelli, per passare alla applicazione che si può farne nel riparare i fiumi, in cattivo stato, incominciando dal mostrare come si può costringere il corso delle acque a corrodere gl' interrimenti che vi si sono formati senza dover impiegare la forza umana, specialmente quando i depositi sono al di sotto delle acque più basse e non si possa lavorare all' asciutto. Insegneremo poscia il modo di rialzare i luoghi più profondi del letto del fiume, e ciò che si può praticare per lavorare con poca spesa; ma in qualunque modo si operi il punto essenziale si è quello di attaccare la causa degl' interrimenti, per tema che rinascano qualche tempo dopo averli distrutti, altrimenti saremmo sempre da capo.

Supponiamo che in un fiume, che era diretto regolarmente, siasi formato lungo la riva destra C D, figura 9, Tavola 35, un interrimento G H I K L M che si voglia distruggere; bisogna scegliere il tempo delle acque basse per costruire un pennello E F nel luogo più conveniente, affinchè facendo un angolo ottuso con la riva A E rimandi le acque nel modo più vantaggioso sopra l' interrimento di cui si tratta. Siccome conviene facilitarne l' azione, bisogna scannare questo terreno con più tagli I O, K P, ecc. paralelli fra loro, diretti in modo che una parte della corrente gl' infili a sfugga per uno o più tagli H L che incrocieranno i precedenti; osservando che il più vicino alla diga ne sia tanto distante da non cagionarvi danno.

1016. Così disposte le cose è chiaro che la corrente costretta a gonfiarsi

nella parte superiore scorrerà con rapidità pel passaggio N Q, specialmente nei tagli che si saranno fatti, ove apunterà gli angoli dei compartimenti od isolette da essi formate, la capacità delle quali andrà sempre diminuendo con celerità tanto maggiore quanto più questi tagli saranno profondi; perciò fa doopo, se è possibile, scavarli fino al livello del letto uniforme delle acque. Si può anche ajutarle facendo dei solchi con l'aratro e costruendo nei loro intervalli delle file di porcillamenti, come si è detto nell'articolo 450, affinchè nel tempo delle escrescenza, il fiume porti via anche la superficie degli stessi compartimenti; in una parola devesi secondare la natura in tutto ciò che l'arte vi può mettere del suo, del che daremo esempj nel capitolo seguente.

1017. Siccome non conviene lasciar sussistere il pennello se non fino a completa soppressione dell'interrimento per tema che questo pennello ne cagioni altri R, S, negli angoli ch'esso formerà, potremo accontentarci di formarli con grossi gabbioni pieni di pietre, e rivestiti con viminate dalla parte opposta alla corrente, oppure si fa uso di palanche attaccate a filagne puntellate e sostenute da pali. Si può anche far uso di casse come quelle di cui si è parlato nell'articolo 851, e caricarle quanto sarà possibile indi condurle al posto che debbono occupare, che si avrà avuto cura di preparare per riceverle; volendole fissare vi si farà entrare l'acqua onde aumentarne il peso (859), e se la corrente è rapida sarà bene appoggiarle contro pali piantati ad intervalli. Quando questo pennello avrà adempiuto il suo scopo, se ne caverà l'acqua onde rimettere a galla le casse per condurla ove si vorrà, ma la migliore di tutte queste pratiche e la più semplice ad eseguire, è quella d'impiegare la zattera o pennello ambulante espresso su la Tavola 12, descritta nell'articolo 768, che sarebbe bene rilaggere. L'uso di questo pennello sarà tanto migliore in quanto che avendo la sua superficie inclinata spingerà meglio la corrente su la parte che si ha in animo di distruggere; e quando si vorrano dare ad esso le proprietà di un pennello triangolare, basterà seppellire la sua base in una fossa la cui profondità aumenti a misura che si appresserà al mezzo della larghezza del fiume, affinchè la testa di questo pennello non abbia se non quel rilievo che si giudicherà conveniente lasciargli per non intoppar troppo il passaggio dell'acqua nel tempo delle grandi piene. D'altronde non v'ha nulla di più comodo di quello d'avere un numero di queste macchine lungo un fiume onde servirsene in tutti i casi a cui sono applicabili.

1018. Per conservare i fiumi in buono stato bisogna vegliare incessantemente a mantenere il filone dell'acqua nel loro mezzo senza permettere che si getti piuttosto da una che dall'altra aponda, al contrario di ciò che rappresentano le figure 10 ed 11 ove si suppone che il letto sia più basso, lungo O P Q che dalla parte opposta E F G che corrisponde ad un interrimento. Se si lasciassero le cose in questo stato, la corrente avendo più rapidità a destra che a sinistra appena avrà guadagnata la riva A B è certo che la trarrà ben presto in ruina. Per prevenire questo danno bisogna empiere di limo la concavità O P Q M K, e che la corrente cacciata verso l'interrimento vicino lo distrugga, di modo che le acque, riprendendo il primiero corso nel mezzo del fiume, le potenze agenti e resistenti si mantengano in equilibrio.

È cosa assai importante da osservare, che ciò non si otterrà mai

col gettar terre nel vacuo da ricolmare, quand'anche fossero ricavate in parte dall'interrimento vicino, perocchè essendo smosse di fresco la corrente le trascinerà a misura che vi saranno deposte. D'altronde questo lavoro diverrebbe impraticabile in molti casi e di estremo dispendio, onde è assai meglio lasciar agire la natura, i cui effetti saranno assai più sicuri. Per metterla in istato di operare bisogna lungo la sponda A B fare un numero di pennelli triangolari I K, L M secondo l'estensione che si vuol guarentire in guisa che sieno solidamente radicati con essa, e che le estremità K, M corrispondano al fondo del fiume, altrimenti le stesse estremità saranno ben presto degradate a meno che non si difendano con paratelle come si fece nei paraghiacci delle pile di un ponte. Inoltre questi pennelli debbono essere della stessa lunghezza, paralelli fra loro e formare degli angoli acuti dalla parte opposta alla corrente. Lascio al criterio di coloro che ne faranno costruire, il regolare gl'intervalli e lo sporto convenientemente alle circostanze, perocchè non è necessario che si estendano fino al mezzo del nuovo letto, basta che vi rigettino l'acqua, il che essi faranno molto regolarmente tosto che la loro superficie superiore sarà in uno stesso piano inclinato.

Se si richiama ciò che è stato detto all'articolo 1013, si vedrà che al tempo delle grandi escrescenze, l'acqua stagnante rinchiusa nell'angolo H R M vi formerà una piramide la cui superficie esterna sarà espressa dal triangolo I K H, mentre nell'intervallo che si sarà lasciato fra i pennelli vi sarà pure un deposito di acqua stagnante, che formerà un piano inclinato K I L M, così degli altri seguenti i quali congiunti alla piramide rigetteranno la corrente verso il mezzo del suo letto naturale, nello stesso modo che se il tutto formasse un corpo solido. Si osserverà che ciò deve principalmente succedere verso il fondo e che nelle forti escrescenze, le lamine d'acqua che si troveranno sopra il piano inclinato scorreranno quasi con egual libertà, come se sotto non vi fosse nulla che le stornasse dalla direzione paralella alle rive A B, C D, in guisa che la parte destra del fondo si scaverà, mentre la sinistra si colmerà pel limo che le acque torbide e stagnanti deporranno successivamente. Quindi dopo un certo tempo la parte più bassa diverrà la più elevata, e l'altra da elevata che era si abbasserà per una conseguenza necessaria della proprietà dei pennelli triangolari, il cui scopo è di adempiere a un tempo due operazioni che si ajutano reciprocamente. Ben inteso che se il terreno fosse troppo solido acciò l'acqua potesse corroderlo facilmente, bisognerebbe interromperlo con fosse, come nella figura 11.

1019. Ne segue che se per le cagioni menzionate negli articoli 996, 997, 998 e 999, si fosse formata una breccia E F G nella sponda A B, figura 12, bisognerebbe, per facilitarne la riparazione, fare i pennelli I H, L M, alle sue estremità, ed alcuni altri intermedi nel caso che questa breccia fosse molto lunga per colmare le cavità da essa prodotte, il che la belletta farà molto più solidamente delle terre che vi si potranno gettare. Quando i depositi si saranno successivamente innalzati al di sopra del livello delle acque più basse, si potrà cominciare a riparare la breccia, il cui interrimento si consoliderà da sè, perocchè guarentito dai pennelli non sarà tormentato dalla corrente che tosto avrebbe degradato questa riparazione se avesse la libertà di esercitarsi contro le terre battute di recente,

il che succede ogni qual volta nun si prendono le precauzioni che da noi si esigono.

L' esperienza ci fa conoscere che il letto dei fiumi si rialza incessantemente, fino a superare in multi luoghi il livello delle campagne che ne sarebbero innondate coo grande pregiudizio degli abitanti se non si avesse cura di sostenerne cun dighe le acque. Si osserva pore che nei luoghi ristretti, come sono le pile dei pouti, l' acqua non lascia mai depositi, perocchè li porta di sotto ove il suo letto è più espanso. Segue da ciò che par darle maggior forza ed attività, bisogna non solo raddrizzarne il corso, ma anche ristringerne il letto, affiuchè possa trascinare da longi e se si può fiuo al mare, le materie di cui è aggravata. L' esempio dei fiumi che attraversano le città ne fanno sentire il bisogno, perchè ivi sono sempre navigabili a motivo del restringimentu a cni si riducouo colle sponde murate, mentre non è lo stesso nelle parti esterne. Si può nondimeno dare loro dovunque questa proprietà, ma con spese molti minori, poichè invece di spoude di murazione basta che sieno incassati in dighe di terra fatte con accnratezza, come giodicheremu or ora.

1020. Avendo un fiume rinserrato in sponde molto distanti H I K, C E F G, fignra 13, che si voglianu drizzare ed avvicinare, come sono gli argini progettati A B, C D, la cui parte C E proveniente da aotiche costruzioni può essere cunservata, mentre si suppone in buonu stato, ed è situata convenientemeote alla riparaziune che si vuol fare, bisogna comiuciare dal tracciare i noovi argini relativamente al corso più v.. taggioso che bisognerà far prendere alle acque, di modo che l' iotervallo e l' altezza di questi argini possano coutenere le più grandi escrescenze, il che sarà facile da determinare regolandusi su la larghezza e la profondità a cui il fiume trovasi ridotto nella città viciua, osservando nondimeno di dare ad essa un poco più di comodità.

Volendo fare un' opera solida bisogna, se si è in un paese ove il legname sia comone, fare primieramente nn grande ammasso di fascine per istabilire il piede degli argini onde impedire che le terre dello sterro sienu portate vie dal corso dell' acqua, e costroire interpolatamente lungo gli stessi argini dei pennelli triangolari L, M, formanti degli angoli acuti opposti alla corrente, il che si praticherà nei luoghi ove si crederà più necessario a mantenere la corrente nei limiti N O, P Q acciò da una parte si scavi un letto e dall' altra gli argini si furtifichino sempre più pei depositi che si faranno al piede.

1021. Non basta restriogere il letto dei fiumi per aumentarne la velocità, bisogna anche supprimere tutti gli ostacoli che la ritardano, al che contribuiscono le tortuosità che s' incontrano, specialmente quando non hanno nna dolce inflessione, ed al contrario formano delle svolte serrate, prodotte più spesso da un deposito di materia dura, come i ciottoli e ghiaja trascinate da certi fiumi, che danno luogo alle acque ad aprirsi un passaggio nuovo nel terreno adiacente alla riva contro cui sono rigettate contornando una parte dell' ostacolo, come si osserva nelle figure 9 e 10, in fundo alla Tavola 36. Si suppone nella pianta che l' interrimento E L N siasi esteso al punto di costringere il fiume a scavarsi un ouovo letto K X Y S C, al di fuori della sua vecchia sponda sinistra A C, con gran pregiudizio de' proprietarj del campo vicioo la cui perdita non può che

crescere se il terreno è tenero e lavorato; perocchè è certo che il lato M F G si stenderà sempre più se la corrente lungo la nuova riva A B C si trova più rapida e per conseguenza più profonda che verso la destra.

Siccome una tale riparazione potrebbe divenire impossibile seguendo i mezzi ordinarj, malgrado le spese che vi si volessero fare per la difficoltà di corrodere l'interrimento che suppongo estremamente vasto e di colmare tutta la parte del fiume formante il gomito che avrà forse più di mille tese di perimetro, questa è l'occasione di mostrare come si possa con mezzi semplici e poco dispendiosi, costringere la natura ad aggravarsi sola della cura di rimettere le cose nel loro antico stato.

Questi mezzi si riducono a fare nel tempo delle acque basse un numero di pennelli ben allineati nella larghezza A Q dell'ingresso del gomito per rigettare la corrente sull'interrimento dopo averlo interrotto con tagli retti ed obliqui Q S, M N, E H. O P, che produrranno lo stesso effetto di poc'anzi; poscia a sbarrare la larghezza del gomito con una prima tura costrutta verso il mezzo B L, e con una seconda al suo sbocco S W, osservando che l'altezza dell'una e dell'altra si termini al livello della acque medie, acciò le grandi escrescenze possano passare per di sopra, per tema che non straripino nel paese.

1022. Ben inteso questo, vedesi che le acque torbide rinchiuse negli spazj A F X U T, L Y G W, non avendo più moto vi deporranno il loro limo, il che pure faranno una parte di quelle che scorreranno sopra nel tempo delle escrescenze, quindi il letto del gomito s'innalzerà successivamente fino al livello delle acque più basse che suppongo lo stesso di quello dell'interrimento. Fa duopo conservare la parte Q L S di questo interrimento per servire di base alla diga A X W C che non bisognerà costruire se non quando le cose si troveranno in istato di non lasciar al fiume altro corso che pel nuovo letto che si sarà formato, e che si sarà ristabilita anche la riva destra X R Z, che si suppone stata negletta dopo la formazione del gomito. Di più è a proposito fare dei pennelli lungo le nuove dighe per mantener la corrente nel mezzo, non essendovi dubbio che si getti verso la sinistra finchè siasi scavato un letto di sufficente profondità, a cagione del declivio che avrà conservato il fondo da quella parte.

Se invece di un gran gomito, come il precedente, non se ne incontrasse che un picciolo limitato dalle sponde O Z H ed I K M, fig. 10, Tav. 36, basterebbe, come nell'articolo 1019, di costruire due pennelli E G, H N, corrispondenti all'ingresso ed all'uscita, alcuni altri intermedj se fa duopo, per produrre la colmatura del seno O Z H, e la distruzione dell'interrimento I K M L, e quando sarà tempo si ristabiliranno le estremità dell'argine O F H, I L M.

Sembra che questi esempj bastino per dimostrare l'eccellente partito che si può cavare dai pennelli triangolari, e quanti oggetti il corso dell'acque trattato saggiamente possa adempiere con pochissima spesa; perciò nel capitolo seguente insegnerò la costruzione dei pennelli fatti di fascine che sono più proprj di verun'altra specie per eseguire ai fiumi qualsivoglia riparazione.

CAPO SECONDO

DELLA COSTRUZIONE DEI PENNELLI DI FASCINE CHE SI FANNO SUI FIUMI.

1023. Di tutti i mezzi finora usati per opporsi all'impeto delle acque non ve n' ha alcuno più semplice, meno dispendioso, e che meglio sia riuscito, dei pennelli di fascina che si costruiscono lungo le sponde del Reno. Con essi si arresta la foga e l'incostanza di questo fiume, e se ne devia qualche parte secondo il bisogno; si ha d' altronde il vantaggio di poterli eseguire a qualunque siasi profondità d' acqua senza fare nessun aggottamento. Siccome per trattar bene questa materia bisogna aver fatto lavorare da sè, non avendo io avuto questo vantaggio, sono stato illuminato dal maresciallo ora Direttore delle fortificazioni nella provincia di Linguadoca che su tale materia ha una pratica consumata avendone fatti eseguir molti sul Reno onde niuno meglio di lui poteva darmi il materiale di questo Capitolo.

S' impiegano d' ordinario i pennelli in sei occasioni diverse. 1.° Per guarentire una sponda AA, figura 1 (vedi le Tavole 36, 37, 38 e 39), paralella alla corrente del fiume. 2.° Per assicurare la testa di un'isola come BB, e metterla in istato di resistere all'impeto delle acque. 3.° Per conservare la coda di un'isola CC, od alcuni altri terreni situati al confluente FGH, figura 7, delle due braccia di un fiume. 4.° Per guarentire alcune opere come YZ, situate nel mezzo o su le sponde di un fiume. 5.° Per serrare interamente una delle sue braccia, figura 5, e dirigerlo in un altro letto. 6.° Per deviare il suo corso come fa EDF, figura 16, e respingerlo contra l'altra sponda. In tutti questi casi il fondo della costruzione è quasi sempre lo stesso; ma siccome la diversità del corso dell'acqua, rapporto a ciascuno, fa insorgere delle difficoltà che costringono a dare qualche disposizione diversa secondo l'occasione ci cureremo di distinguerle, onde non trascurar nulla di quanto può interessare.

1024. Le fascine che s' impiegano per la costruzione dei pennelli hanno circa undici piedi di lunghezza e 30 pollici di perimetro misurate vicino alla testa che deve essere tagliata retta, le loro verghe di un legno di sei a sette anni, di taglio ben serrate e legate con tre vincastri; il primo distante un piede dalla loro testa; il secondo 3 piedi, e il terzo 6, onde rimangano almeno quattro piedi di coda sciolta. I picchetti hanno circa 5 piedi di lunghezza e 6 in 7 pollici di perimetro nella estremità grossa: debbono essere rotondi, ben refilati e più dritti che si potrà.

Le lattole sono lunghe pertiche di carpine di faggio o di qualunque altro legno flessibile e tenace che s'intrecci intorno ai picchetti per 6 a 7 pollici di altezza circa. Servono essi a contenere le fascine ed a sostenere la ghiaja onde si carica ciascuno strato e i più lunghi sono i migliori; basta che abbiano due pollici di circonferenza per essere di una forza conveniente e facili ad impiegarsi, perocchè quando sono più grossi non si possono far incrociare agevolmente intorno ai picchetti se oou si pongono più distanti, il che è contrario alla solidità dell' opera.

Siccome ci serviremo spesso del vocabolo *cordonata* sappiasi che indica uno strato di fascine attraversato da più ordini di picchetti e di maglie, il tutto caricato di un letto di grossa ghiaja alto 6 in 7 pollici.

1025. Suppongo che dopo aver fatto degli ammassi di fascine, pertiche, picchetti e ghiaja si tratti di costruire un pennello lungo una riva e che prima di cominciar l'opera si abbia scelto un uomo istrutto del modo di porre in opera le fascine. Allora giunto il tempo delle massime magre si comincierà a scandagliare la profondità che regna per tutta la lunghezza del pennello che si vuol costruire, il che servirà a regolare presso a poco la larghezza della sua fondazione che deve essere almeno una volta e mezzo la sua altezza; cioè che se si trovano 20 piedi di profondità d'acqua se ne daranno 30 di larghezza alla fondazione. Non bisogna allontanarsi da questa regola quando si vuol fare un' opera solida, eccetto alla testa di un' isola ove bisogna avanzarsi di più nell' acqua per dare maggior forza al pennello o quando si vuol serrare il passaggio di un fiume; nel qual caso si dà il doppio dell' altezza ed anche più talvolta, per proporzionare la forza dell'opera al peso ed all' urto dell' acqua; oppure quando la sponda è scoscesa e quasi a piombo. Del resto non si peccherà mai dando molta larghezza a questa fondazione, perocchè le riseghe d' un piede che si fanno ad ogni strato di fascinata tolgono assai di questo spessore, e dandone meno di quello che occorre succederebbe che quando il pennello fosse giunto alla sua parte superiore si troverebbe quasi ridotto a niente. D'altronde gl'incidenti che sopraggiungono talvolta cogli straripamenti che costringono a fare nuove fondazioni su le vecchie, debbono impegnare a prendere questa precauzione per poter praticare una risega su queste ultime, come dirò in seguito. Quindi si deve regolare in modo da prevedere tutte queste difficoltà.

1026. La lunghezza e la larghezza essendo determinate, e l' allineamento che si vuol dare al pennello, si lavorerà la sua radice che ne è come la spalla; consiste essa in un certo numero di tune che si costruiscono alla sua origine, cioè nel luogo ove deve cominciare ad entrare nell' acqua e che si pianta obliquamente entro terra, fino ad una distanza proporzionata al peso del pennello, alla sua lunghezza ed alla rapidità dell' acqua; osservando di cominciarlo sempre nella parte superiore, come dimostra la figura 17, ove si suppone che l'acqua scorra da I verso F. Quindi questo radicamento od intestatura deve farsi in I e spingersi nelle terre da I in K formando con la sponda I E un angolo di 45° circa, onde rimanga ad esso tanto terreno K E per impedire che l' acqua lo intacchi. Suppongo inoltre che questo stesso terreno siasi trovato buono e che non si tratti che di guarentire la parte A D.

Per fare questa intestatura si comincierà dal rimovere le terre per tutta la lunghezza I K e la larghezza L K scavate tanto basse quanto lo

permetterà la filtrazione delle acque; si avrà cura di metterle allato per essere impiegate a coprire il pennello quando sarà perfezionato.

Se il pennello che si deve costruire trovasi in una situazione d'affaticar molto come avviene quando riceve la caduta di una corrente o serve a turare un braccio considerevole, bisogna prolungare l'intestatura fino a 12 tese se si può; ma se non è destinato che a guarentire la sponda di un fiume, e non ha molto a soffrire dalla impressione di esso basta intestarlo per 6 o 7 tese. In ciò deve esser guida il terreno su cui si lavora: tocca a quello che è incaricato dell'opera a giudicare saviamente di quanto conviane aumentare o diminuire l'incassatura secondo la violenza delle acque da combattere, e la lunghezza ed altezza che si darà al pennello la cui sommità deve essere di 4 in 5 piedi sopra le acque ordinarie.

1027. Scavate le terre dell'incassatura si sceglieranno le fascine più secche per metterle da parte onde servirsene nella fondazione del pennello, dopo di che si comincierà dal farne uno strato, la cui testa si appoggerà contro il terreno A B; si serreranno queste fascine le une contro le altre, onde non rimanga alcun vuoto fra loro ed il terreno ne sia affatto coperto. Su questo primo strato se ne poseranno altri due simili disposti in modo che le seconde fascine ricoprano bene le commessure delle prime e le terze quelle delle seconde. Poscia si pianterà a piombo, e in allineamento un ordine di picchetti F F, distanti un piede dalla testa delle fascine e distanti fra loro 15 pollici se l'intrecciamento, o cordonata è picciola, 18 se ha due pollici di giro, e 21 se è più grossa. Se ne pianterà un secondo ordine G G, distante due piedi dal primo, un terzo H H a due piedi dal secondo, un quarto I I a due piedi dal terzo, osservando sempre di lasciar 3 o 4 piedi da I I in D D senza picchetti, e di non piantare i picchetti se non quando occorreranno per sostenere la cordonata.

Per allinear bene gli ordini di picchetti, si pianteranno quelli delle estremità F, G, ecc. ai quali si attaccherà una cordicella che regolerà l'allineamento degli altri situati in modo che non si trovino in fronte a quelli del precedente, acciò non vi sieno fascine che non sieno impiccagliate; si faranno passare intorno ad essi più vimini in guisa che abbraccino il davanti di un picchetto e la parte posteriore dell'altro; fa duopo che questa cordonata li munisca per l'altezza di 6 in 7 pollici, che sia ben serrata e che ciascuna delle estremità delle pertiche appoggi sempre sopra uno dei fianchi dei picchetti e li sopravanzi di qualche pollice. Si batteranno le pertiche per serrarle come anche le fascine, poscia si terminerà di piantare i picchetti finchè la loro testa non esca fuori più di un pollice e mezzo, dopo di che si muniranno gl'intervalli di tutta la cordonata con ghiaja grossa. Non si trascurerà di batterli a più riprese perchè succede quasi sempre che le fascine lascino un vuoto tra loro e le pertiche, a cui bisogna riparare all'istante acciò l'opera sia solida.

1028. Il secondo strato si eseguisce diversamente in quanto alla disposizione delle fascine, ma è in tutto simile al primo per ciò che riguarda la disposizione dei picchetti della cordonata e della ghiaja. Per costruirlo si metteranno le fascine a piombo con la testa al basso e dopo averle impiccagliate nella coda delle inferiori alla distanza di un piede e mezzo al più

dall' ultima cordonata I, si stenderanno sul fondo della intestatura e si continuerà così per tutta la sua lunghezza. Terminato questo ordine di fascine e ben serrato, se ne prendono di nuove per ricoprire le precedenti, appoggiando le loro teste contro la prima cordonata I I, si pratica la stessa cosa pel terzo strato che si posa sul secondo, cioè si avanza la testa delle fascine di questo nuovo strato contro la cordonata H H, e dopo averle ben serrate e accomodate per non lasciare nessun vuoto fra loro si picchetta, s' immaglia e si copre di ghiaja questo nuovo strato che è il secondo della fondazione. Si ripete la stessa manovra in tutte le altre corsie che si dovranno fare per giugnere fino all' acqua, ed allora tutte insieme formeranno la fondazione dell' intestatura che deve avere circa due piedi di spessore compresa la cordonata, o pertiche, osservando che i picchetti di uno strato sieno alternati con quelli dell' altro, e che la metà di ciascuno degli strati stessi incroci sul mezzo di quelli al di sotto. Se invece di 8 o 10 piedi di profondità che convengono allo sterro della intestatura, non si potesse averne che 5 o 6, non bisogna dare alla fondazione che due fascine di spessore senza di che non vi resterebbe altezza bastante per riprendere sul primo strato di rosta di cui parlerò or ora, gli altri strati generali che debbono legare e munire tutta la larghezza del pennello.

1029. La fondazione dell' intestatura condotta fino all' acqua, e galleggiando il suo ultimo strato per circa la metà della sua lunghezza, si comincierà quella del pennello che non differisce dall' altra se non per un aumento di spessore di un piede che bisogna dare ad esso, ma che però richiede maggiore solidità ed attenzione tanto per la difficoltà di camminare su l' acqua, che per prevenire la rottura del pennello che succede talvolta in L, fig. 21, Tav. 38, ove le fascine piegano quando vi sieno costrette dal peso dei piani superiori per seguire il pendio del terreno L M N; si rompono e si staccano interamente quando non vi si abbia impiegata la necessaria precauzione.

Si vincono tutti questi ostacoli 1.° Dando almeno cinque fascine di spessore a questa fondazione e fino a sei e sette quando l' acqua è molto profonda, sempre a commessure ben ricoperte come si è detto per l'imbasamento. 2.° Posando la testa B delle prime fascine a un piede dalla coda delle ultime della fondazione dell' intestatura. 3.° Posando pure la testa delle seconde C che si mettono al di sopra distanti un piede dalle teste B, le terze D, ad un piede dalle teste C e le quarte E tutta contro la cordonata H. 4.° Appoggiando la testa delle quinte fascine E contro la seconda cordonata I in guisa che si sovrappongano del tutto alla prima H; finalmente se l' acqua viene a guadagnar il di sopra della testa di queste quinte posando ancora un sesto strato sopra gli altri le cui teste A si appoggeranno contro la sesta cordonata K di modo che queste ultime ricoprono la prima cordonata H e la seconda I: osservando inoltre per unire meglio il tutto di assicurare con pertiche quanto si può la testa delle fascine che si apoggiano alle cordonate.

1030. Ma siccome a misura che si procede nell' acqua, la coda A delle prime fascine si affonda e non basta a reggere l' immergitore che non ha più la facilità di calare a piombo le fascine di uno strato novello, cercherà di avvicinarsi più che può per lanciare la testa della fascina presso a poco nel luogo ove dev' essere collocata, e con un nuovo sforzo spingerà innanzi

la coda onde far prendere ad essa la direzione delle altre. Replicata questa manovra tre o quattro volte di seguito, poserà sopra queste prime fascine, le seconde, le terze, quarte e quinte nell'ordine precedente; allora il volume di esse essendo divenuto sufficiente per reggerlo, continuerà il restante dello strato osservando di non lavorare che per due o tre piedi di larghezza: ricoprirà tosto le prime fascine con le seconde, le seconde con le terze e così delle altre fino all'intero innalzamento dello strato. Questo lavoro si continua in tal modo per tutta la lunghezza della fondazione del pennello, cioè dalla radice della sua testa fino alla base della sua coda.

Appena le fascine del primo strato saranno state posate e disposte come si è detto secondo l'allineamento della fronte, si collegheranno con pertiche e cordonate nel modo comune senza caricarle di ghiaja per timore che s'affondino troppo presto, e che non si abbia tempo di stabilire il primo che si costruisce immediatamente dopo. Si riempiranno bensì di fascine gl'intervalli delle cordonate e con ciò l'opera diverrà più leggiera e galleggierà più a lungo.

1031. Devesi anche osservare che giunti all'acqua, come in CD, fig. 18 21, essendovi la metà circa di uno strato della fondazione che galleggia, bisogna far girare insensibilmente le fascine della fronte D E finchè le ultime E divengano paralelle al corso dell'acqua E H ed alla riva F G, il che si fa restringendo l'intervallo delle cordonate a misura che si avvicina alla sponda, e si allontana dalla fronte fino a che si possa camminar retto innanzi paralellamente al corso dell'acqua. Per maggiore solidità si potrà anche mettere qualche fascina di più nel luogo della fronte specialmente se si scorge che si profondi più del restante dello strato. Queste fascine debbono essere confitte con picchetti piantati obliquamente, come C G, figura 18; questa precauzione serve molto a contenere la fronte della fondazione e a darle forza e collegamento.

Si osserverà di sfuggita che i dossi che si vedono al vertice della figura 21, non hanno luogo nell'esecuzione perchè le fascine piegando sotto i colpi onde si percuotono le cordonate ed i picchetti a più riprese, formano insensibilmente degli strati a livello; ma non ho potuto a meno di marcarli così per distinguer meglio lo spessore delle fascine e l'altezza delle cordonate a cui sono stato costretto di assoggettarmi.

1032. Per ripigliare la continuazione del primo strato di rosta esso si si fa in ordine opposto a quello delle fondazioni, cioè invece di collocare le fascine paralelle al corso dell'acqua si mettono invece di punta facendo ad esse far parete per tutta la lunghezza della radice, figure 20, 22, e 33, Tav. 38 e 39. Se ne posa in seguito una fila BB, con la loro testa C C, appoggiata contro il terreno e la coda D D volta dalla parte dell'acqua. Si ricopre questa prima asse con un altra la cui testa poggia su la coda delle fascine precedenti, poscia una seconda EE su la stessa lunghezza che ricopre la metà delle stesse fascine BB; ma la testa di queste seconde è volta dalla parte dell'acqua. Se ne posa pure una terza F F ricoprendo come poc'anzi la metà delle fascine EE, le cui teste sono volte dalla parte dell'acqua; finalmente si ripete la stessa cosa fino a che siasi guadagnato il davanti A A della radice su cui deve appoggiare la testa delle fascine F F che forma fronte; dopo di che si picchetta, s'immaglia e si carica di ghiaja tutto lo strato, osservando di serrar bene le fascine e di non la-

sciarvi nessuna apertura, ciò che è di estrema importanza per la solidità del pennello.

1033. Ho detto che bisognava volgere la testa C C delle prime fascine BB dalla parte del terreno; o aggiungo che ciò non deve aver luogo che nella radice, perocchè quando si è sull'acqua come in Q si posano differentemente queste fascine e non si sovrappongono. Bisogna volgere dapprima la loro testa dalla parte dell'acqua e la coda dalla parte della riva, su la quale poggia per tre o quattro piedi e le altre fascine si coricano in seguito come quelle della radice. La ragione di questa differenza proviene da ciò che il fondo della radice essendo a livello, bisogna quindi che la parte anteriore degli strati che la ricoprono lo sieno del pari, e perciò si raddoppiano in senso contrario le prime fascine per rendere le due fronti di altezza uniforme, mentre nel corpo del pennello la sponda contro cui si appoggiano le fascine, ha sempre qualche pendio che supplisce al raddoppiamento che si fa alle prime. Se nondimeno succedesse che di dietro del pennello si profondasse troppo, vi si rimedierebbe tosto coi cuscinetti P, figura 28, che non sono altro che fascine posate a traverso sotto la coda dello strato di rosta della tuna: del pari se la parte anteriore del pennello si abbassasse troppo si raddoppierebbero le fascine della fronte.

Bisogna star attenti di scegliere per le due prime file di cordonata che si faranno dalla parte della fronte, le più grosse e lunghe pertiche, ed i migliori vincastri e fascine, con rami dei più grossi e meglio condizionati, perocchè sulle fronti l'acqua farà il suo massimo sforzo; questo strato avrà circa 18 pollici di spessore, cioè 11 dalla parte delle fascine, e 7 verso la ghiaja.

1034. Questo primo strato deve, come ho già detto, seguire immediatamente la fondazione ed avanzarsi in proporzione; al qual proposito bisogna osservare che appena esso sarà 15 o 18 piedi nell'acqua bisogna cominciarne un secondo e spingerlo dal principio della radice fino alla seconda cordonata della fondazione, cominciando dalla sua estremità in guisa che deve essere tutto ricoperto eccetto le code delle fascine che non sono assicurate con pertiche e l'intervallo delle due prime coronate il che deve osservarsi in tutta la fondazione.

Non avendo ancora condotto il pennello che a qualche tesa nell'acqua, vediamo ora ciò che convenga fare per spingerlo di più e terminarlo felicemente. Siccome non si può adoperar troppa precauzione nella condotta di quest'opera, particolarmente quando l'acqua è rapida e profonda, si rimarcherà che talvolta è pericoloso spingerlo troppo, cioè avanzarlo troppo sollecitamente nell'acqua senza legare la fondazione con istrati collegati alla radice, è da temersi che alcune escrescenze d'acqua o la sola sua rapidità trascini l'opera, come è avvenuto più volte. Spingendolo dunque lentamente il suo peso che si aumenta sempre più fa profondare il pennello e perdere di vista la fondazione; allora si è costretti a ricominciarne un nuovo sul margine della radice; ma queste seconde fondazioni non fanno mai un buon legame, lasciando degli interstizi a traverso dei quali l'acqua si porta dietro al pennello e cagiona talvolta la sua ruina.

Per stare adunque nei giusti limiti, dopo che è fatto lo strato della fondazione per tutta la lunghezza della radice, e che entra per 15 o 18

pladi nell'acqua bisogna lavorar tosto al primo strato e posarlo come nelle figure 20 e 22, ove suppongo che la fondazione sia giunta in R R dal principio della radice L L fino alla cordonata P P, che è il secondo preso all' estremità della fondazione R R, lasciando la prima cordonata Q Q a scoperto onde lo strato di fondazione che in seguito si spingerà oltre R R, possa essere eseguito, come si è detto di sopra; intendo che la fascina superiore ricopra Q Q e termini alla cordonata P P.

1035. Sopra questo primo strato se ne fa un secondo cominciando sempre in L; ma non si spingerà che fino in A, lasciando una risega di due o tre tese da P in O; si potrà anche farne un terzo sopra i due precedenti come da L in N, con una simile risega O N, se si trova bastante altezza nella radice. Ben consolidato il tutto si spingeranno nuovi strati di fondazione al di là di RR, per continuare gli strati di rosta nel modo che si è prescritto.

Con tale disposizione la radice non si troverà punto affaticata ed il pennello assettandosi insensibilmente schiverà degli inconvenienti di cui abbiamo parlato. Si continuerà similmente il lavoro per tutta la lunghezza del pennello fino al suo totale compimento, spingendo sempre innanzi una coppia di strati di fondazione alla volta se l' acqua è rapida, e 3 o 4 se è tranquilla.

A questi strati succederanno immediatamente quelle di rosta e specialmente il primo inseparabile dalla fondazione, che dopo la radice non deve essere coperto di ghiaja, al pari della fondazione, particolarmente se l' acqua è molto profonda, affinchè essendo più leggiera essa galleggi sempre finchè si crede a proposito di profondarla di più. Giunti a 12 o 15 tese innanzi nell'acqua che è il termine a cui si fa prender fondo al pennello dalla parte della radice, si condurrà il restante del lavoro in modo che vi sieno almeno tre quarti della lunghezza del pennello a fondo prima di cominciare la radice della sua coda, senza di che l' opera sarebbe in aria, e si romperebbe indubitatamente non potendo resistere al peso degli strati superiori.

1036. Per far profondare il pennello con ordine si comincierà sempre dal caricare gli strati dalla parte della radice ed a misura che si abbasseranno se ne riprenderanno di nuovi, cominciando dalla radice che si spingeranno a qualche tesa dall' estremità della fondazione, conforme a ciò che è stato spiegato poc' anzi, e sopra questi se ne ripiglieranno altri dal principio della stessa radice e così di seguito finchè il pennello sia a fondo. Si osserverà soltanto di economizzar così bene l' altezza della radice che ne rimangano sempre 2 a 3 piedi, per farvi degli strati generali ed a livello estesi a tutta la lunghezza del pennello, il che non si pratica se non quando è del tutto a fondo da un capo all' altro, la qual cosa si conosce quando dopo aver ben caricato di ghiaja ciascun strato di rosta, non si osserva più alcun abbassamento.

Quando si è pervenuti all' estremità O, figura 8, Tav. 36, ove bisogna intestare la coda A B del pennello, bisogna prima accertarsi che tocchi fondo anche da questa parte, e che abbia raggiunto il massimo abbassamento, dopo di che si continuano gli strati fino al fondo M; poichè se ne fanno ancora alcuni per mettere il mezzo del pennello a livello con le sue estremità; finalmente si copre il tutto con 2 o 3 strati di rosta generali e più se occorre, benchè rigorosamente basti che la sommità del pennello sia elevata da 4 in 5 piedi sopra le acque ordinarie.

1037. Nello stesso tempo che si lavorerà ad intestare la coda M O, se ne potranno fare delle altre nel mezzo del pennello come L, C, figura 17, le quali essendo ben legate contribuiranno molto ad aumentare la sua solidità.

Oltre le riseghe di cui ho parlato che debbono farsi ad ogni strato di rosta figure 18, 20 e 22, a misura che l'opera si avanza, bisogna pure praticarne altre nella fronte del pennello; queste riseghe sono ciascuna d'un piede, e si conducono in modo che la testa A delle fascine del secondo strato, figura 27, poggi sulla prima corrente del primo strato B, e così degli altri, il che si eseguisce per tutta la lunghezza della fronte, eccetto nella radice ove gli strati si mettono sempre a piombo gli uni su gli altri per guarnire tutto lo sterro che sarà stato fatto.

1038. Quando si sarà ben compresa la costruzione del pennello precedente, non si troverà difficoltà a farne alla testa di un'isola, figura 3; vi si osserva la stessa disposizione di poc'anzi, e se vi è qualche differenza non è che nel modo di intestare; nondimeno, siccome è in questi luoghi che la violenza delle acque si fa sentire di più, sono anche quelle che richiedono maggior precauzione, per cui bisogna seguire puntualmente tutto ciò che prima si è detto per la condotta e la solidità di questa specie di opere. La prima intestatura non si fa ad una delle estremità del pennello, ma alla punta dell'isola come in A, nel luogo ove le acque si dividono. Quando la fondazione è stata spinta innanzi verso il luogo D F E che si è determinato, si procede a destra ed a sinistra in pari tempo fino in B e C ove si vuole che il pennello sia attaccato al terreno. Si avanza talvolta nell'acqua per 6 in 7 tese la punta D F E, quando si vuol raggiungere qualche terreno che sia stato portato via, il che si regola a seconda della solidità che richiede l'opera e della profondità delle acque.

A misura che la fondazione entra nell'acqua si deve aver cura di allargarla quanto è possibile, e giunti in A D F E s'incrociano gli strati che debbono discendere da E in B, cioè bisogna cominciare lo strato della fondazione in F, incrociare sopra E F, e continuare da E in B a del pari pel lato D C, che si comincierà ad incrociare in F passando su D, dopo di che si fanno le radici delle estremità B, C, ed anche lungo i fianchi, se il pennello è bastantemente lungo per esigerlo.

1039. Succede talvolta che non si può fare la prima intestatura alla testa dell'isola o perchè forse vi si trovi un'opera di fortificazione, od una casa, o giardini che si vogliano conservare, figura Y, in questo caso bisogna scegliere il lato dell'acqua meno rapido per costruirvi l'intestatura M, figura 4, e non potendo far meglio si rimonta insensibilmente il corso dell'acqua fino in G, ove essendo giunti si continua il pennello discendendo verso I ed incrociando le fascine della fondazione G I sulle ultime del fianco F G.

Questo metodo è veramente più fastidioso dell'altro e cagiona talvolta molti incidenti sinistri per lo spostamento delle fascine prodotto dall'acqua che si rimonta, per cui bisogna ritenerle con uncini; ma andando piede per piede mediante un po' di tempo e di pazienza si sormontano questi ostacoli. Si deve specialmente curare di restringere a misura che si avanza le fascine della fondazione per far prendere ad essa la forma del perimetro del pennello.

Si fanno talvolta degli addentellati K lungo i pennelli figura 2, ma non posso approvare questo metodo per le conseguenze sinistre che seco

trascina. È vero che dapprincipio sembra vaotaggioso per respingere l'acqua ma i vortici che si formano nei gomiti L e che in seguito solcano il pennello al piede, debbooo farlo rigettare: io preferirei di dare ad esso maggior spessore e di contornare la sua fronte in guisa che l'acqua non faccia altro che strisciar sopra. Sembra d'altronde che per poco che sieno lunghi tali addentellati, iodeboliscano molto il pennello; perocchè l'acqua che urta la parte L K L ad esso opposta, secondo la direziooe M N, non trova la stessa resistenza che quando lo spigolo è cootinuato secondo la linea punteggiata K K: si aggiugoe pure che questa specie di addentellati interrompono il corso dell'opera e ne diminuiscono la solidità, per quanto possa essere ben collegata.

1040. Se il terreno che si vool goarentire è situato alla coda di un'isola od al confluente di doe fiumi, figura 7, si comincierà dalle radici A e B e si continuerà il pennello discendendo da A e B verso H con le stesse precauzioni dette poc'anzi. Per avanzar bene quest'opera bisogoa avere due immergitori che lavorino nello stesso tempo da ciascheduna parte, ma se non se ne avesse che uno, ed i due rami fossero di eguale rapidità, bisognerebbe far fare ad esso quando fosse possibile uno stesso numero di strati a ciascuna di queste parti affinchè essendo giunto in F ed in G, possa chiudere il restante F H G del pennello. Per giugnervi più facilmente, si esaminerà qual è la più solida delle due fondazioni F, C, e quella che si sostien meglio su l'acqua; supponendo che sia quella marcata da G, si cesserà di lavorarvi per ispingere con vivacità l'altra E fino in H, ove entrambe debbono congiugnersi, dopo di che si avanzerà la precedente alla sua volta facendola incrociare in H su le fascine dell'altra F H: il restante si eseguirà tanto per le radici A, B, E, come per gli strati di rosta, nel modo che è stato detto riguardo agli altri pennelli. Se on ramo fosse più rapido più profoodo dell'altro, come per esempio lungo B F, bisognerà ritardare il lato del pennello A G, e proporzionare l'avanzamento del suo lavoro con quello di B F.

1041. Per chiudere il ramo A di un fiume C, e farne passare tutta l'acqua nell'altro B, si stabilirà la prima e principale radice I H D più alto che si potrà, come in D, e si allineerà da D verso X, cioè sporgendo 4 in 5 tese più ionanzi nell'acqua della sponda E Z a cui deve terminare; s'iocurverà un poco la parete a misura che si avanzerà verso G, affinchè l'urto dell'acqua che cadrà su questa parte e la farà un poco rinculare, la riduca ad una linea retta X H.

Non bisogna appagarsi in questa occasione di fare al pennello una semplice intestatura ordinaria D H, ma si deve fortificare con una seconda K L I, unita al pennello con un tratto circolare K L M: si avanzerà in seguito per qualche tesa verso N e per non esporlo ad essere rovesciato dall'orto dell'acqua, si farà una nuova radice P O che servirà come di contrafforto alla parte H G N, osservando anche di unire questo contrafforto coo una linea circolare P N, che aumenterà considerabilmente la forza del peonello. Si farà un secondo cootrafforto R S, se fa duopo, con le stesse precauzioni, e dopo avere spinta l'opera da F in X, si farà l'ultima intestatura X Y. I pennelli di questa specie debbono avere uno spessore considerabile per resistere al peso ed all'urto dell'acqna ed essere costrutti a due fronti come i loro contrafforti.

1042. Per costringere la maggior parte di un fiume a gettarsi nel ramo C, bisogna intestare un pennello E D F e spingerlo tanto innanzi quanto sarà necessario per far prendere all' acqua questa direzione; in tal modo uno de' grandi rami del Reno come B figura 16, presso il forte Luigi è stato ridotto a 25 tese di larghezza in luogo di 80 che aveva prima. Secondocchè questa costruzione cade nel caso di alcuna delle precedenti, vi si avrà ricorso con quelle modificazioni che comportano le situazioni diverse. Si osserverà di fare le radici fuori delle dipendenze delle opere, quando se ne troverà come in H H della figura Z, e si avrà pure attenzione per le altre radici intermedie O, N, di collocarle secondo i luoghi ed i bisogni.

Se si volesse riacquistare un terreno B C D, figura 6, stato ruinato e portato via dalle acque, si farà un pennello B D da un gomito all' altro, costrutto per uno spessore conveniente con buone teste B A, D E; e quando sarà terminato si riempirà di ghiaja o di terra il vuoto che resterà. In simile caso bisogna mettere dei cuscinetti sotto il didietro degli strati di rosta o fare due fronti al pennello.

1043. Allorchè dopo alcune escrescenze un pennello che è stato corroso al piede si abbassa se non è più a livello per la lunghezza della sua superficie superiore, come A I C, il che avvien pure per l' effetto del suo abbassamento o per vetustà, volendo ripararlo si fanno de' mezzi strati di rosta F, G, H, sugli antichi I, K, B ecc; per riguadagnare insensibilmente le irregolarità che vi s' incontreranno che si ricoprono dopo con istrati generali D, E, estesi a tutta la lunghezza del pennello. Devesi pure far attenzione di caricare primieramente il davanti, mentre se si comincia a caricare il di dietro, innanzi il pennello sarebbe spinto innanzi e si staccherebbe dal suolo.

1044. Dopo aver parlato della costruzione dei pennelli giova dire una parola delle fascinate che ne sono abbozzi; esse d' ordinario si fanno su le sponde di un' acqua poco profonda e si costruiscono con strati di rosta simili a quelli dei pennelli, cioè composti di un ordine di fascine posate col grosso capo al di fuori, e con la testa tagliata diritta in modo da fronte secondo gli allineamenti, serrate le une presso le altre e poscia allacciate e caricate di terra o di ghiaja come si è detto poc' anzi: si ripetono a riseghe fino ad un piede o due sopra le più grandi acque.

Per eseguire bene questa specie di opere fa duopo scegliere il tempo delle acque più basse, e fare se si può il primo strato a secco, e il fondo di uno sterro di circa 2 piedi di profondità per tutta la lunghezza della fascinata con un pendio dalla parte posteriore e cuscinetti sotto la fronte. Gli altri strati si costruiscono come quelli dei pennelli, si legano e si radicano alle due estremità dell' opera, come pure lungo il terreno. Se si trovano 3 o 4 piedi di acqua che non si possa diminuire o divergere, si farà una picciola fondazione simile a quella dei pennelli ma meno grossa, ed il resto si eseguirà del pari. Bisogna evitare le picciole sinuosità e condursi in linea retta quanto si potrà per dare minore presa all' acqua, particolarmente se è molto rapida; il meglio sarebbe di troncare affatto le sinuosità quando si può senza un grande lavoro, onde raddrizzare quanto è possibile il letto del fiume. Consiglierei pure di munire con grosse pietre o ghiaja grossa il piede di queste fascinate ne' siti esposti alla caduta della corrente, e discendere di qui a scarpa fino al mezzo del fiume.

Vi è pure un' altra specie di fascinate meno dispendiosa della precedente ma che non è così solida; perciò non mi vi arresto appagandomi di dire che essa consiste, come dimostra la figura 34, nello atendere le fascine lungo il pendio B D di una diga A B, che si ritiene con una fila di cordonate C D.

1045. Per fare una stima della spesa di un pennello, bisogna sapere che in una tesa cubica entrano circa 50 fascine, 75 picchetti, 8 fasci di vimini e 2 piedi cubici e mezzo di ghiaja. I pennelli si misurano a strati per maggior precisione, onde evitare l'imbarazzo che cagiona una escavazione, uno straripamento o una diga di sabbia, quando si aspetta che sieno terminate per misurarle, a meno che non sieno presi tutti gli abbassamenti.

Non resta più da parlare se non di qualche incidente che avviene durante il corso della costruzione, che potrebbe imbarazzare se non si avesse in pronto alcun mezzo di evitarli, o qualche rimedio allorchè sono accaduti.

Quando il pennello non è a fondo e sopraggiungono escrescenze d'acqua considerabili, calano talvolta tutto ad un tratto, e quando ciò sia per 3 o 4 piedi non vi è più altro partito da prendere se non quello di fondare di nuovo sul massiccio che rimane scoperto, perocchè a questa profondità non è più possibile far fascinate ben regolate. Conviene in tale occasione ritirarsi un poco indietro dal primo allineamento per lasciare qualche ritaglio su l'antico lavoro; perocchè, sebbene questa specie di opere fatte a più riprese non equivalga mai a quelle che si fanno di seguito, pel poco collegamento che prendono, nondimeno, formandovi delle riseghe e caricandoli di ghiaja non lasciano di divenire molto solidi.

Quando il pennello tocca il fondo senza essere stato innalzato al di sopra dell'acqua, succede talvolta che uno straripamento fa passare una corrente dietro l'opera e rujna a poco a poco il terreno, pei fianchi ed al fondo, il che mette in pericolo il pennello di essere del tutto rovesciato.

Per prevenire questo inconveniente fa duopo, una volta che il pennello sia a fondo, tenerlo 3 o 4 piedi al di sopra dell'acqua, allora non correrà più un tal rischio, non bisogna caricarlo troppo senza spingerlo innanzi perchè così fatica troppo la radice, e si mette in pericolo di rompersi. Ho detto altrove ciò che si deve osservare per evitare tale accidente; non è meno pericoloso spingerlo troppo in fretta, per tema di esporlo ad essere portato via o sommerso da qualche straripamento. Sta nella prudenza di quelli che governano il lavoro, informarsi del tempo in cui per solito succedano tali escrescenze onde conformarvisi per cominciare più presto o più tardi; bisogna pure non interrompere l'opera incominciata e tentare di calarla a fondo quando si ha da temere il cattivo tempo, spingendola innanzi più vivamente che è possibile, osservando nondimeno la regole generali che si sono prescritte.

1046. Quando vi è apparenza di cattivo tempo seguito da escrescenze, si debbono piantare di distanza in distanza su tutta la lunghezza della fronte dell'opera, dei picchetti di riscontro alti 7 ad 8 piedi che servono a mostrare il primo allineamento in caso che il pennello si sommerga, ed a far conoscere fin dove era stato spinto onde avere una guida per fare una nuova fondazione se ve ne fosse duopo.

Le fascinate s'immergano talvolta un poco nell'acqua prima che si abbia avuto tempo di caricarle di ghiaja; bisogna in tal caso per evitare una

sommersione maggiore e non mettere il pennello in pericolo di immergersi di più, appagarsi di riempire di fascine gl' intervalli delle cordonate e rifarvi nuove fascinate al di sopra colla testa di ciascuna fascina che appoggi entro la cordonata; con questo mezzo non rimarrà alcun vuoto, ed il pennello sostenendosi su l' acqua si continuerà al solito.

Finalmente succede talvolta che non si abbia potuto caricare di ghiaja i primi due o tre strati sopra la fondazione: questo è un difetto essenziale che si tenterà di evitare. Nondimeno quando non sarà stato possibile fare altrimenti, vi si deve rimediare appena il pennello è a fondo caricando gli strati considerabilmente per serrare di più quelli di sotto.

Ecco le regole principali che si debbono seguire per costruire i pennelli e dare loro la solidità di cui hanno bisogno, al che giugnerassi aggiugnendo al discorso precedente la ricerca dei rapporti che hanno fra loro le figure che io do per facilitarne l' intelligenza, perchè in seguito un poco di pratica supplirà a ciò che ho potuto ommettere. In quanto a varj altri mezzi più semplici conosciuti da ognuno di riparare e conservare le sponde dei piccioli fiumi, non istò a discorrere avendo ancora tante materie importanti da trattare in questo volume che sono nella necessità di tacere quelli che meritano minore attenzione.

CAPO TERZO

DELLE CHIUSE ATTE A FACILITARE LA NAVIGAZIONE DEI FIUMI.

1047. Abbiamo finora considerato le troppo frequenti sinuosità dei fiumi come un gran difetto, perocchè allungando considerevolmente il cammino da un termine all'altro, diminuiscono il pendio che nasce dalla differenza dei loro livelli, distribuendolo sopra una base più lunga. Voglio dire che se questi due termini fossero distanti 1000 tese pel cammino più breve, ed il terreno avesse regolarmente 10 piedi di pendenza per tale lunghezza, se le sinuosità del fiume gli fanno percorrere 10000 tese, non avrà più che il decimo del pendio precedente, cioè un piede ogni mille tese, d'onde segue che la sua velocità essendo molto minore, lungi dall'approfondare il suo letto nel tempo delle escrescenze, esss lo colmerà insensibilmente e per conseguenza straripperà nella campagna. D'altronde se si considera che i fiumi aventi molto declivio non hanno se non che poca profondità d'acqua, a motivo della sua grande velocità che impedisce loro di essere navigabili, vedrassi che il cammino più breve non è sempre il più vantaggioso, e che occorre molta circospezione nel raddrizzare le tortuosità di un fiume, per timore che volendo evitare un inconveniente se ne faccia nascere un altro più grande. Non si farebbero mai troppe livellazioni per determinare la velocità che converrà ad un fiume che si vuol rendere navigabile relativamente alla sezione media delle sue acque, onde modificarla in guisa che produca una comoda navigazione, il che non è sempre agevole specialmente quando il fiume ha il difetto di troppo pendio, e vi s'incontrano delle cadute o cascate che i battelli non potrebbero discendere senza pericolo e risalire meno ancora.

1048. L'unico partito da prendere in simile caso è quello di sostenerne le acque con chiuse munite di conca per facilitare la salita e la discesa dei battelli senza che corrano nessun rischio, alla qual cosa si è giunti in questi ultimi tempi in un modo così semplice e felicemente immaginato che sembra non aversi più nulla a desiderare su tale materia, se ne giudicherà dalla descrizione di una di queste conche, che riporto attualmente col solo scopo di mettere il lettore, che non le conosce, in istato d'intender meglio ciò che ci rimane a dire su l'arte di rendere navigabili i fiumi in tutti i casi in cui si possono trovare.

Chiamasi conca un bacino L, M, figura 4 e 5, Tav. 44, situato nel senso della lunghezza di un fiume o di un canale munito di sponde e terminato da due chiuse L, M, situate nel luogo di una caduta Z, che si suppone cagionata

dal pendio del terreno e adattate in modo da regolare a talento la dispensa delle acque e l' altezza a cui si vorranno elevare nella conca, affinchè i battelli che vi si faranno entrare possano passare dalla parte di sopra a quella di sotto e reciprocamente, coll'azione alternativa delle chiuse come vedrassi.

Suppongo che la platea della conca sia un piede circa al di sopra del letto B P del fiume dalla parte di sotto, che per conseguenza nei tempi ordinarj le acque sieno a livello entro e fuori della conca, per non affaticare male a proposito le porte della chiusa M, che si possono allora lasciare aperte, mentre quella all' alto rimane chiusa per sostenere il fiume dalla parte di sopra ad un' altezza atta alla navigazione, il che succede mediante uno sfioratore per cui scorre l' acqua che la corrente somministra di continuo, e che viene a congiugnersi con una controfossa a quella di sotto, dopo avere se si vuole fatto girare un mulino.

Ciò posto, volendo far passare un battello dal basso all'alto di un fiume s' introduce nella conca, dopo di che si serrano le porte della chiusa M, i cui portelli N sono allora abbassati. Allora il custode apre quella di sopra marcata Q acciò l' acqua fornita dai portelli riempia la conca fino al livello del fiume dalla parte di sopra. Siccome ciò non può succedere senza che il battello non s' innalzi al di sopra della caduta Z, si aprono tosto le porte all'alto per lasciarlo passare. Essendovene un altro pronto a discendere approfitta dell' occasione per passare nella conca. Allora si chiudono le porte precedenti e le loro paratoje Q, e s' innalza quella di sotto N per far discendere questo battello fino al livello del fiume al di sotto, aprendo le porte che gli corrispondono, e le cose ritornano al primo stato, per ricominciare le manovre precedenti tante volte quanti battelli vi saranno da far salire o discendere, se la conca non ne può contenere che uno alla volta. ma vedrassi in seguito che dando ad essa maggiore capacità, se ne possono far passare molti nello stesso tempo, senz' aumentare la larghezza delle chiuse, che si regola sempre su quella dei più grandi battelli che porta il fiume o canale.

1049. Siccome le porte di sotto ossiano i portoni affaticano tanto più l'acqua che esse sostengono, quant' è più alta la caduta Z, giova osservare che quando oltrepassati i 12 o 13 piedi si divide in varie altre, ciascuna colla sua conca separata o accollata a cascate, allora i battelli passano successivamente dall'una all' altra con manovre simili alle precedenti. Vedesi adunque che se la caduta totale fosse di 17 piedi si farebbero due conche contigue, ciascuna delle quali sarebbe piedi 8 e mezzo, e che se questa prima caduta fosse di 26 piedi se ne farebbero tre altre di 8 piedi ed 8 pollici, benchè rigorosamente si potrebbe farne soltanto due per diminuire la spesa. E pure per viste economiche si accollano le conche quanto si può piuttosto che separarle per non moltiplicare le chiuse senza necessità, essendo evidente che ne occorrono quattro per due conche separate, mentre bastano tre quando sono congiunte insieme, e per conseguenza ne occorrerebbero sei per tre conche nel primo caso e quattro soltanto nel secondo; donde segue che per due conche si guadagna sempre una chiusa accollandole. Non parlo per ora di quanto appartiene alla loro costruzione, riservandomi a trattarne a fondo parlando dei canali navigabili.

1050. Le chiuse non si adoprano soltanto per regolare la pendenza di un

fiume, se ne fa pur uso in quelli che avendo poc'acqua in tempo di siccità, cesserebbero di essere navigabili se non si economizzasse con diligenza. Per non dispensare se non quanto occorre necessariamente a seconda dei bastimenti che si presentano, si fanno due conche AB, CD, Tav. 39, fig. 35, contigue, una pei piccioli e l'altra pei grandi battelli onde servirsene secondo il bisogno. Se al contrario si ha dell'acqua in abbondanza, e si vuol far passare più bastimenti in una volta, si costruisce una gran conca di cui non riportiamo che la metà G H I R K L M, colla chiusa E accompagnata da un ponte levatojo F a doppio tavolato, come spiegheremo più particolarmente altrove.

Si può anche considerare la figura 35, come composta di due conche accollate, supporre una prima caduta C, una seconda D, aventi ciascuna le loro chiuse e prendere la terza R per quella della parte di sotto N; allora se un battello entra nel bacino per salire, se ne chiuderanno le porte R e P onde riempierlo d'acqua che si tirerà dall'alto, poscia s'introdurrà questo battello nella conca C D che passerà del pari nella parte X chiudendo le porte P ed aprendo le altre C, dopo aver messa l'acqua di questa conca al livello di quella di sopra.

1051. Volendo applicare la stessa figura a tutti gli esempj a cui può servire, supporremo due fiumi le cui acque varino in modo che reciprocamente quelle di uno si trovino più elevate di quelle dell'altro, e che malgrado tale difficoltà si vogliano congiugnere con un canale navigabile in ogni tempo. Per dargli questo vantaggio fa duopo costruire in quel luogo un doppio pajo di porte P, Q, R, S, onde avere la libertà di mettere l'acqua di essa a livello coll'uno o con l'altro dei due fiumi per mezzo di portelli fatti nelle porte; e quindi far entrare i battelli da qualunque parte essi arrivino poi farli passare da una parte all'altra eseguendo le manovre da noi poc'anzi spiegate all'articolo 1048.

In questa guisa nella famosa conca di Ostenda i bastimenti passano dal porto nel canale di Bruges, e dal canale nel porto, a qualunque altezza sieno le maree. Siccome è il più bel pezzo che possa offrire l'architettura idraulica, e dal quale ho cavato la maggiore istruzione esaminando sul luogo, eccone una breve descrizione.

1052. La grande conca D E, Tav. 48, fig. 7, capace di contenere ad un tempo otto navi di 300 tonnellate, e serrata dalle chiuse A D ed L E I, lunghe ciascuna 36 piedi avente un doppio pajo di porte B C ed F G, acciò in tutti i tempi i bastimenti possano entrare ed uscire: benchè non occorra perciò che una mezz'ora circa ne fu fatta una più picciola O P destinata ai bastimenti di mediocre grandezza, avente pure due chiuse N O, P Q, di 24 piedi di larghezza munite pure di doppie porte. Inoltre vi è pure un terzo passaggio con una chiusa S T larga 20 piedi che serve per scarico dalle acque del paese, il quale è guarentito dalle innondazioni del mare dalle doppie porte T, R, al che servono pure quelle al di sotto C, A, O, Q, delle due conche, affinchè se le prime venissero a mancare le seconde vi possano supplire, e che nel tempo delle grandi maree che si elevano fino a 20 piedi, queste porte possano alleggerirsi reciprocamente.

Con questa disposizione la grande conca non ha cosa alcuna di comune coi due piccioli passaggi N Q, S V, da cui è separato da una diga di terra W K che si è lasciata alla testa del canale per praticarvi due diverse imboccature.

Aggiugnerò che le porte B, C, F, G, N, O, non avendo portello si sono praticati nelle spalle degli acquidotti o pertugi H chiusi da paratoje, onde vootare e riempire la grande e la picciola conca: si sono praticate delle rampe I per discendere nelle platee, quando si asciugano per ripararle: e la muraglia I Z là quale corrisponde al fianco serve ad impedire che il mare ostruisca l' imboccatura del canale che si mantiene in buono stato per mezzo delle cacciate d'acqua che fornisce la chiusa S V.

Tutto questo grande lavoro veramente degno di ammirazione è protetto dal forte Filippo; fortezza a quattro bastioni situata presso la picciola conca N Q. La guarnigione di questo forte e varie case che sono lungo la gran conca tirano l'acqua necessaria da un'ampia cisterna praticata nella pila maestra K L.

. 1053. Siccome può succedere che al fondo di una parte del fiume che si vuol rendere navigabile si trovi un banco di roccia troppo esteso per intraprendere di levarlo via fino ad una profondità sufficiente, a meno che non si voglia fare una spesa eccessiva, bisogna allora scandagliare il terreno vicino per vedere se con poca spesa si possa schivare questo banco deviando il fiume. Se tale spediente non potesse aver luogo per esser forse circondato da montagne che offrirebbero un lavoro grande più del primo, si esaminerà quale ne è il pendìo onde vedere se coll'ajuto di una chiusa si potranno far gonfiare a sufficienza le sue acque per far passare i battelli sopra il punto difficile; ma fa duopo che questa chiusa sia costrutta in modo che la sua caduta non divenga un ostacolo alla navigazione, ciò si otterrà facendola come quella che si vede rappresentata dalle figure 23, 24 e 25 della Tavola 38, che ora spiegheremo.

Supponendo che il terreno su cui deve essere stabilita questa chiusa si trovi di qualità così buona da non aver duopo d' essere palificato, basterà appoggiare la fondazione della sua platea B C e delle sue spalle X sopra un graticolato, e s'innalzerà il resto secondo il solito, sulla qual cosa non mi trattengo, dovendo principalmente parlare delle sue porte che sono diverse affatto da quelle che si sono vedute nel volume precedente.

Questa chiusa che si suppone larga 16 ai 18 piedi si chiude mediante un bilico F H caricato di un contrappeso O alla sua estremità F; questo pezzo gira sovra un perno G, e con esso tre ritti verticali K legati insieme da una barra di ferro che li attraversa un poco al di sopra della soglia V che serve loro di appoggio; al pari di altri due ritti R inchiavati qualche pollice nella spalla X allo stesso fine dei precedenti; perciò sono tutti e cinque in linea, ed hanno fra loro degl'intervalli eguali, quindi non sono che i tre di mezzo che accompagnano il bilico, quando si fan girare per aprire o chiudere la chiusa.

Nel primo caso si dispongono contro la spalla sinistra per lasciar passare i battelli; nel secondo si colloca l' asta come nella figura 24, ove la sua estremità si appoggia ad un termine I che si distingue solamente su la pianta. Allora il chiavicchiere passa su questo pezzo, per portarsi su la spalla destra ove trovasi una seconda asta L M che porta una tavola molto larga che serve di ponte, munito di un picciolo parapetto N P N attaccato allo stesso pezzo, il tutto girante liberamente sul perno Q onde poter situare questo ponte come rappresenta la figura 23. Lo stesso chia-

vicchiere prende un numero di tavolette larghe circa 10 pollici ognona attaccata ad una pertica per introdurle le une su le altre negl' incastri dei ritti K ed R dal lato opposto alla corrente onde chiudere gl'intervalli S e far gonfiare le acque all'altezza che si vuole, impiegando più o meno di queste tavolette, le cui pertiche T sono attaccate in modo che non possono nuocersi.

Quando i battelli che discendono il fiume per passare il punto difficile sono giunti presso la chiusa, si sopprimono queste tavolette senza incontrare difficoltà per parte dell' attrito cagionato dalla spinta dell' acqua sostenuta da ciascuna, che è sempre la stessa, giacchè il fiume si mette presso a poco a livello lungo tutta la platea, quindi si gira facilmente il vette FH perchè non vi sono che le testo dei tre ritti che tuffano nell'acque. Quanto ai battelli che vogliono risalire il fiume e che si suppone abbiano passata la chiusa si sente bene che tosto che siasi rinserrata ripetendo la manovra precedente, l' acqua che si gonfia di nuovo facilita la continuazione del tragitto.

Pretendesi che tale specie di chiusa sia molto antica e sia la prima di cui si sia fatto uso per regolare il pendio dei fiumi e dei canali, gran tempo prima dell'invenzione delle conche a porte angolari, immaginate soltanto nel secolo decimosesto. Comunque siasi vi sono dei casi molti in cui questa chiusa può essere impiegata assai utilmente, siccome per moderare la rapidità di alcuni luoghi d' un fiume ove avesse troppo pendio per una comoda navigazione, o per formare delle innondazioni per la difesa delle piazze, senza parlare dell'irrigazione di un paese asciutto. Per alcuno di questi fini se ne costrusse di simili su la Loy presso il forte di s. Francesco d' Aire nell' Artoy e nella conca di Quesnoy, a due leghe da Lilla.

1054. Vi sono molti altri modi di tener in collo le acque di un fiumicello, come quelli di cui abbiamo fatto menzione negli articoli 576, 580, senza parlare degli altri descritti nel trattato di Leonardo Sturme autore tedesco; ma non avendo trovato le sue figure abbastanza esatte ed utili per qui riportarle, mi è sembrato più conveniente preferire ad esse una chiusa tutta costrutta di legname a meglio adempiere lo stesso scopo. D'altronde essa darà motivo a fornire delle idee sul modo d' impiegare legnami, quando in un paese che ne abbonda non si hanno buoni materiali per far delle chiuse di murazione, circostanza di cui era duopo parlare onde non lasciar nulla a desiderare sopra un argomento che tanto interessa il bene della società. Non può anche succedere che una foresta rimanga senza valore per non poter trasportare legname nelle provincie vicine, mentre per farli galleggiare si potrebbe forse rendere navigabile un picciolo fiume che non lo fosse, o raccogliere in un canale scavato espressamente le acque delle sorgenti più vicine per dar luogo ad una navigazione che non può che divenir vantaggiosa al paese circostante? Basterà allora essere a portata di avere dell'argilla in abbondanza, perchè la stessa foresta fornirà i legnami necessari alla costruzione delle chiuse, dei ponti, degli acquidotti, ecc.; e non si tratterà più che delle ferramenta necessarie a collegare i legnami: sul qual articolo si può usare una grande economia allorchè si sappia adoperare con arte, nel che mi sembra che i carpentieri tedeschi superino quelli di ogni altra nazione, conoscendo i modi di unirli indissolubilmente senza impiego di ferro.

L'inconveniente delle chiuse di legname si è quello di essere di poca durata, specialmente le spalle che non durano più di 30 anni; ma si danno casi in cui questo difetto può divenire indifferente, come in quello ove si trattasse di un canale che non dovesse sussistere se non un certo tempo pel trasporto dei materiali destinati a fortificare una città o ad innalzare monumenti considerevoli. Che se dopo ciò può divenire di un utile perpetuo, fornirà il mezzo di rinnovare in buona murazione tutte le opere di legname che non fossero state fatte che provisoriamente.

1055. Aggiugnerò anche potersi dare delle circostanze in cui si avesse premura di mettere una piazza in istato di difesa, mediante il partito vantaggioso che si può cavare da un fiume per formare delle innondazioni: in questo caso, se non si ha il tempo nè la comodità di fare delle chiuse di muratura, basterà costruirle di legname e adempiranno lo stesso scopo. Si potrebbe per precauzione tenere in serbo tutti i legni foggiati e pronti ad essere messi in opera, come pure la ferramenta: allora sarà l'affare di pochi giorni il rendere inaccessibile una piazza che si ha luogo di sospettare che il nemico abbia in vista, e siccome in qualità di buon cittadino ho le mie ragioni nel manifestare queste idee, v'ha fondamento di credere che saranno penetrate da quelli che per zelo al bene dello Stato saranno in caso di farne buon uso.

Ritornando alla chiusa di cui si tratta e che vedesi riportata su la Tavola 40, essa chiudesi con travicelli, articolo 913, come se ne giudicherà dalla figura 1, che qui spiegherò, perocchè non avendo ancor fatto menzione di chiuse simili a questa non istarò ad una semplice descrizione, e dettaglierò il modo di stabilirle in guisa da soddisfare a coloro che si troveranno nel caso di costruirne di simili.

1056. Fatto lo sterro a sufficiente estensione per potervi lavorare con agio a 3 piedi di profondità sotto il fondo del fiume, si traccierà la chiusa la cui pianta è rappresentata dalla figura 3, che si è divisa in due parti eguali; la prima esprime la posizione dei pali L piantati a scacco, all'intervallo di piedi due e mezzo; la seconda le traverse onde sono coronati gli stessi pali e le file delle palanche raddoppiate, profondate alle estremità della chiusa ed agli angoli delle diramazioni. Questi pali debbono avere 10 per 10 pollici di grossezza ed una lunghezza proporzionata alla natura del terreno, essere battuti a rifiuto di un forte martino e tutti tagliati allo stesso livello a piedi due e mezzo sopra il fondo; poscia regolerassi questo fondo stesso per stendervi un letto, di buona terra grassa Æ a due piedi di grossezza, ben battuta per tutta l'estensione della capacità che deve occupare la chiusa.

Tagliate a maschio le teste dei pali perchè s'incastrino con le traverse, si poseranno piane in modo che sieno piantate un pollice o due nella terra grassa, acciò non rimanga vuoto al di sotto e nei loro intervalli che si riempiranno di terra bene orizzontata, per ricevere il primo tavolato della platea. Si incastreranno con le traverse due corsi di panconi per servire di base alla fronte delle spalle A B C D, E F G H, della chiusa il cui passaggio si suppone largo dodici piedi, ma che si aumenterà secondo l'importanza della navigazione.

1057. Si formeranno le spalle coi ritti V incassati sui panconi precedenti, a piedi due e mezzo d'intervallo sopra i pali corrispondenti, osservando che la più forte dimensione di questi pali sia di fronte. Per legarli

insieme saranno coronati da un cappello T commesso a maschio e femmina. A due piedi sotto questo pezzo che si suppone bene a livello si attaccherà un appoggio RS, figura 6, intagliato per tre pollici in ciascun ritto. A venti piedi dietro le spalle si poserà un dormiente per portare la coda delle chiavi M, Q, la cui testa sarà incassata negli appoggi e la coda intaccata per tre pollici sui dormienti. Per alleviare la lunghezza di queste chiavi stesse, ciascuna sarà sostenuta da un palo collegato a maschio e femmina e posato ad otto pollici dalla fronte delle spalle; siccome bisogna mantenere queste chiavi ed i ritti nella stessa posizione, si assicureranno con due pali P piantati nel modo che si vede indicato nelle figure 1 e 6.

Riguardo ai due ritti maestri Y figura 1, alti 20 piedi che debbono servire di appoggio ai travicelli KX, per serrare la chiusa si metteranno in opera con tutta la possibile solidità, attesa la loro importanza; perciò i correnti poggeranno in questo luogo su la travata IK, figure 1 e 3, che è più lunga delle altre onde poterle fortificare con puntelli N e con chiavi M. A questi pali debbono essere attaccati due tamburi Z, muniti ciascuno di una manovella e di una ruota dentata col suo criccbetto a molla per servire a posare e levare i travicelli con le catene che fileranno sopra i tamburi.

Terminato tutto il grosso legname, si poserà il primo tavolato di legno di quercia, come si è spiegato all'articolo 296; e dopo averlo ben calafattato, catramato e impeciato, si fodererà con un secondo tavolato di larice, conforme allo stesso articolo, per formare una buona platea.

I fianchi interni dei ritti delle spalle saranno rivestiti di tavule di quercia A, figura 6, le commessure calafattate e poscia ricoperte di barre. All'appoggio di questo rivestimento si farà un rinforzo Æ grosso 4 piedi di buona terra grassa battuta e ben legata con quella della fondazione: il restante dell'interrimento si farà di terra comune. La fronte delle stesse spalle sarà composta di un simile rivestimento, calafattato, impeciato e incatramato, attaccato sui ritti, i cui intervalli saranno empiuti di terra grassa ben battuta. Delle ale della platea anteriore non ne parlo, come pure del ponte che converrà fare su questa chiusa, lasciando le cose alla discrezione di coloro che avranno la condotta dell'opera che su ciò potranno consultare gli articoli 322 e 362.

1058. Per l'armatura precedente, i pali avranno 10 ai 12 piedi di lunghezza secondo la natura del terreno e 10 pollici di squadratura; le palanche 8 in 9 piedi di lunghezza per cinque pollici di spessore; le traverse 10 per 12 pollici di grossezza; i panconi 13 per 15; i ritti delle spalle 11 a 12 piedi di altezza per 10 a 12 pollici di squadratura, ed i loro pali 9 per 9; i cappelli delle spalle 10 per 14 pollici; i rivestimenti pel primo tavolato ed il rivestimento interno ed esterno delle spalle avranno due pollici di spessore e quelli del secondo tavolato un pollice e mezzo soltanto; finalmente i travicelli di larice destinati a serrare la chiusa avranno 8 per 10 pollici di squadratura e saranno ben piallati.

Aggiugnerò 1.° che tutti i maschi debbono essere fermati nelle piaghe con chiodi di ferro nei luoghi fuori dell'acqua, e con buone caviechie di quercia quando gli stessi maschi saranno impiagati sotto acqua; 2.° che i correnti sotto i ritti delle spalle saranno legati alle traversa

con cavicchie a barbone lunghe 10 pollici circa e di un pollice in quadratura; 3.° che la coda di ciascuna chiave sarà fermata ai dormienti con cavicchie simili, del pari come la loro testa sugli appoggi, e più ancora impiegandovi delle áncore del peso di circa 40 libbre; si eseguisca questo lavoro come si è amplamente dettagliato agli articoli 362, 363 e seguenti.

1059. Devesi osservare che se invece di serrare questa chiusa con travicelli si trovasse più comodo il servirsi di una paratoja CD mossa con ruote a bischeri, come vedesi marcato di fronte ed in profilo nelle figure 2 e 7, si potrà preferire, principalmente quando non avrà che 5 o 6 piedi di altezza d'acqua da sostenere, perocchè la manovra sarà più pronta od almeno facile del pari.

Avendo voluto approfittare di un posto che rimaneva vacante su la tavola di cui ora ci occupiamo, l'ho riempito con la figura 4, che rappresenta un altro modo d'innalzare una paratoja che suppongo corrispondere ad un acquidotto passante per l'argine di un fiume per derivarne le acque destinate alla irrigazione dalle vicine campagne. Siccome non converrebbe che l'azione di questa paratoja fosse in balìa del pubblico, per prevenire ogni inconveniente, fa duopo che soltanto le persone ad essa preposte ne possano far uso; il che avverrà se si sospende ad una vite il cui dado serva di mozzo ad una ruota orizzontale AB con impugnature per farla girare su la lunetta CD, situata all'altezza di 4 piedi e mezzo sopra il piano dell'argine: allora quando si vorrà tenere questa paratoja abbassata se ne separerà la ruota, per metterla in magazzeno e servirsene soltanto all'uopo.

Giacchè parliamo del modo d'impiegare il legname per dirigere le acque, ecco la descrizione di una chiavica o specie di acquidotto praticato a traverso di una diga, o per formare delle inondazioni, o disseccare un paese acquoso, o per irrigarne uno asciutto. Siccome fu necessario disegnare questa chiavica in iscala di grandezza ragionevole onde meglio distinguerne le parti, non si è potuta riportare intera su la tavola XLI, ma non sarà meno intelligibile quando si sappia che l'ingresso delle acque, che si suppone a sinistra, deve essere simile in tutto a quello che corrisponde al loro sbocco.

La profondità degli sterri essendo stata regolata per l'altezza che converrà dare alla superficie AB della platea, Tav. 41, fig. 1 e 2, si pianteranno paralelli ed a 4 piedi di distanza due ordini di pali D di 8 pollici di squadratura, distanti 3 piedi per tutta la lunghezza che deve occupare questa chiavica: ciascuno di questi ordini sarà coperto da una corsia di correnti Z, di 8 per 9 pollici. Dopo aver piantato alla entrata ed allo sbocco delle acque 3 file di palanche G attaccata agli appoggi AB di 10 per 10 pollici di squadratura, si stenderà sul fondo un letto di buona terra grassa T dello spessore di piedi 2 mezzo per 10 di larghezza per servire di fondamento alla platea ed al rinforzo di questa chiavica.

Sopra i pali s'incastreranno coi correnti precedenti, delle traverse E lunghe 8 piedi per 8 in 9 pollici di squadratura, e nei loro intervalli si poserà un tavolato AD grosso 2 pollici inchiodato sui correnti, nel di sotto ben munito di terra grassa. Questo tavolato sarà ricoperto della stessa terra per riempiere gl'intervalli delle traverse fino a sfiorarle, a meno che non si voglia far uso di mattoni messi in opera con malta di cemento: poscia si stabilirà il secondo tavolato V dello stesso spessore del precedente.

Per formare i fianchi della chiavica s'incastreranno su le traverse i

ritti K di 8 pollici per 9; alti 7 piedi sopra la platea V. Questi pali saranno legati da traverse L di 7 per 8 pollici, che servono a sostenere il plafone Æ inchiavato dai cappelli F che infilano i maschi praticati alle estremità, come indicano le figure 1 e 2. Si attaccherà la bordatura esterna M augli stessi pali, se ne riempiranno gl' intervalli con terra grassa o con murazione di mattoni, secondo il sistema adottato per la platea; dopo di che si rivestirà il tutto con la bordatura interna N di due pollici di spessore come il precedente, lavorate entrambe con la stessa attenzione, come si è detto nell' articolo 366.

Terminato tutto ciò che appartiene al legname s'innalzerà per lo spessore di 2 piedi il rinforzo S che si riunirà col coronamento R posato sul plafone, affinchè la chiavica sia tutta inviluppata, come mostra la figura 4. Essa rappresenta un profilo tagliato in CD del piano ove deve essere allogata la paratoja di cui non si è marcata che la metà O sospesa all'asta dentata P corrispondente ad un martinetto contro il cappello Y dei due gran ritti ai quali è attaccata la piattaforma Q, ove si colloca il custode per manovrare.

Passo sotto silenzio ciò che appartiene alle platee anteriori X che si attaccano alle palanche H I terminanti le estremità della chiavica; questo lavoro dovendo esser fatto come è spiegato all' articolo 322. Tralascio pure molti dettagli che le figure faranno bastantemente conoscere: aggiugnerò soltanto che perfezionata la chiavica si riparerà la breccia che si suppone aperta per essa; questa riparazione deve essere eseguita con molta cura al pari di tutto ciò che abbiamo detto, affinchè l' acqua sostenuta dalla diga non lo possa penetrare, e non abbia altro passaggio che per la chiavica la cui larghezza trovasi ridotta a 3 piedi e mezzo per 5 di altezza, che danno piedi 17 e mezzo di superficie.

1061. Per continuare ciò che ne resta a dire sui piccoli fiumi si osserverà che è comune di vederli sostenuti da chiuse a paratoje onde dar luogo a mulini che allora impediscono a questi fiumi l' essere navigabili con grande pregiudizio del paese che non ne può approfittare pel trasporto delle sue derrate nelle provincie vicine. Per rimediare a tali inconvenienti, si possono adoperare tre vie secondo le circostanze che si possono incontrare: la prima è di sopprimere questi mulini e stabilirne altri a vento nel caso che il paese ne sia suscettibile, e che la spesa che esigerà questo cangiamento unita a quella che d' altronde bisognerà fare per adattare questo fiume alla navigazione, sia troppo inferiore ai benefizi che ne risulteranno.

Il secondo è di vedere se lasciando sussistere i mulini le acque dello stesso fiume sono a bastanza abbondanti per sovvenire al loro consumo ed a quello della chiusa di un canale scavato vicino ad esso, o soltanto alle gore di ciascun mulino ed anche due ad un tempo, se sono vicini uno all' altro onde schivarli mediante una conca, acciò i battelli possono salire e discendere dalle cadute che s'incontreranno.

In tal modo si è operato in molti piccoli fiumi di Linguadoca, per esempio nel Liz presso Mompellieri che cade a due leghe da questa città nel canale degli stagni, che si sa far parte di quello della congiunzione dei due mari. Siccome in questo intervallo il fiume è attraversato da una diga che forma una caduta di 6 piedi, per far girare un mulino che

si aveva interesse a conservare, mentre si voleva anche rendere navigabile, si è fatto presso questo mulino un tronco di canale a mezzaluna per coi i battelli passano da una parte all'altra della diga, per mezzo delle chiuse e di una conca che facilita ai battelli il passaggio al porto di Cetta.

1062. Se pel terzo caso avvenisse che i mulini fossero di troppo grande conseguenza per permettere che soffrissero la minima distrazione d'acqua, anche indennizzando i proprietarj del danno che la progettata navigazione potrebbe loro arrecare, bisogna allora ricorrere ai ponti girevoli per far montare e discendere all'asciutto i battelli sui piani inclinati nei luoghi ove s'incontreranno delle cadute, solo mezzo che avevano gli antichi per tragittare un battello da un canale ad un altro o più alto o più basso, come fanno tuttora i Chinesi, che malgrado tutta la industria che loro si attribuisce forse troppo liberalmente, ignorano l'uso delle chiaviche. Non già che questi ponti non servano ancora in Fiandra ed anche in Olanda, ma soltanto nei luoghi ove la navigazione non è tanto considerevole da meritare la spesa della chiusa.

Le figure 4 e 5, Tavola 42, rappresentano due di questi ponti che si dicono scorrevoli perchè per alleviarne l'attrito, i battelli scorrono sopra rulli imperniati: il primo marcato A B è situato in fianco ad una grande ruota R che fa muovere le parti O, P, Q, di un mulino da segare e che può anche far salire e discendere il battello L col suo moto che si comunica quando si vuole alla macchina S F G M, che serva a svolgere od avvolgere le corde C K H del verricello sostenuto del telajo D I E.

Riguardo all'altro ponte ove sembra che un battello M salga da C in B, e l'altro discenda da B in A vedesi che il primo si muove facendo girare i rulli, mediante le leve L che si abbattono coi punti d'appoggio N degli argani G, I, e di alcune carrucole di rimando H. Quando questo battello è giunto alla sommità del ponte due uomini posti in K bastano per farlo discendere con le corde corrispondenti alle carrucole di rimando D, E, F. Siccome tutto ciò che appartiene alla meccanica di questi ponti mi trascinerebbe troppo lungi, non mi fermo di più e passo alla spiegazione delle altre figure comprese su la stessa Tavola.

1063. La sola rapidità dell'acqua non basta sempre per approfondare il letto dei fiumi: quando si trova di consistenza troppo dura bisogna ricorrere a macchine per ajutare la corrente. La più semplice di queste macchine è una specie di aratro, figura 1, composto di un traino B C montato sopra due ruote, messe in moto da cavalli che trascinano un pezzo di legno A ferrato dalla punta di sotto, diretto da un uomo quando le acqoe sono molto basse per obbligarlo a far dei solchi la cui terra è portata via alla prima escrescenza. Si fa pur uso di un grande e forte rastrello A D figura 3, corrispondente ad un traino C tirato da due cavalli insieme alla scialuppa ove siede chi dirige il manico F B della macchina nei luoghi ove non può manovrare a secco.

Si può anche far uso di una specie di tamburo A, figure 6 e 7, composto di varie ruote di legno di 5 in 6 piedi di diametro, e la cui circonferenza è munita di grandi punte di ferro ricurve. Queste ruote sono attaccate ad un asse comune B C, le cui estremità sono munite di perni che infilano boccole di ferro corrispondenti alle corde B D, C E, attaccate ad un battello che due uomini fanno andare coi remi F ed il timone I; il che non può succedere se il tamburo girando non iscava tanti solchi quante sono le ruote.

Si farà pur uso della stessa macchina attaccando le corde del tamburo H, figura 8, al verricello di un argano G, situato sopra una barca tenuta all'ancora; allora due uomini faranno rimontar questo tamburo contro la corrente per la lunghezza di 10 a 12 tese; e quando sarà arrivato presso la barca, la sola forza dell'acqua potrà bastare a strascinarlo col mezzo di pale a cerniera attaccate ai raggi delle ruote, come si vede nell' articolo 673 del Tomo I, di quest' opera.

Nel piccolo *Trattato del modo di render navigabili i fiumi*, dal quale ho prese in parte le figure di questa Tavola, si trova un' altra specie di macchina per lo stesso oggetto, che ho riportato nella figura 2, e consiste in una barca col fondo traforato a modo di circolo corrispondente a un tamburo C, per impedire che l' acqua entri nella barca; questo foro serve ad introdurre una trivella fatta espressamente per iscavare il terreno duro che si leva via per mezzo di una retticella I attaccata al braccio K che due uomini applicati ad una leva E fanno girare. Siccome essi agiscono sopra una piattaforma mobile G, si stabilisce questa all' altezza che si vuole coll'ajuto dei pali B D che s' innalzano e si abbassano facendo girare le lanterne A che s' ingranano con le aste dentate onde sono muniti gli stessi pali. Quando il battello è pieno di materia si vuota in un' altra barca che accompagna la macchina, e quando in un certo spazio si è formato un gran numero di fori X molto vicini, si finisce di apianare il terreno che rimane facendovi passare il rastrello e il tamburo di cui si è parlato. Se nei luoghi che si vogliono scavare s' incontra pochissima acqua nei tempi di siccità e due uomini vi possano lavorare come vedesi marcato in L, potendo far senza il battello, la manovra è più semplice e quindi più spedita.

1064. L' imboccatura dei fiumi è d' ordinario il luogo del loro letto il meno profondo, perocchè l' acqua ivi scorre così debolmente a motivo del suo poco pendio, che non avendo più forza bastante per aprirsi un passaggio diretto, essa stendesi in larghezza e rialza sempre più il terreno ch' essa innonda, deponendo il limo di cui è caricata. Da ciò nascono i banchi e le barriere che vi si vedono formare, che il mare fortifica incessantemente con la sabbia che vi reca, in guisa che a lungo andare l' imboccatura divisa in un gran numero di rami non ha più una profondità praticabile alla navigazione. Il solo rimedio è quello di scavare un nuovo letto rinserrato da dighe come si è fatto alla barriera di Bajona e pel fiume Aa, (articolo 483, 757), che si guarentiranno con pennelli posti di distanza in distanza (articolo 1020); allora le acque riunite in un letto più stretto, potranno escavarlo con facilità, tanto più che i depositi corrispondenti alla riva non sono d'ordinario composti che di sabbia e di limo. Frattanto se il letto avesse troppa tenacità si potrà far uso delle macchine precedenti ed in caso di necessità di quelle che si trovano descritte nell'articolo 806 e seguenti; il punto essenziale si è di orientar bene la nuova imboccatura e di farla corrispondere al luogo della costa che può metterla a coperto dei venti e delle maree che produrrebbero degl' insabbiamenti, per timore che in seguito non abbia la stessa sorte della antica. Siccome gli esempi istruiscono più dei grandi ragionamenti, riferirò ciò che converrebbe fare al Rodano onde rimediare al difetto della sua imboccatura, di cui ho già fatto menzione negli articoli dal 707 fino al 710, che sarebbe bene rileggere per concordarli con quello che segue.

1065. Il Rodano alimentato dalle acque che vengono dalle montagne, trasporta una quantità di limo che respinto dal mare si depone alla sua imboccatura, il cui ingresso ed uscita sono sempre state delle più perigliose. Frattanto la necessità di rimediarvi essendo divenuta sempre più pressante, il Maresciallo di Vauban ricevette sul finire del secolo ultimo scorso un ordine di Luigi il Grande di recarsi in Provenza per esaminare ciò che si dovesse fare. Riconosciuto il corso del Rodano da Tarascona fino al mare, decise che partendo da questa città o da Arles bisognava fare un canale di navigazione lungo la riva sinistra di questo fiume approfittando dei canaletti che servono allo scolo delle acque del paese, e farlo terminare al porto di Bouc, e non direttamente nel mare per lo stagno di Landre e del Galajou, perocchè i venti del Nord e di Sud-Ovest che regnano d'ordinario su questa costa non mancherebbero di ritardare per molto tempo l'ingresso e l'uscita dei bastimenti. Che d'altronde in questa nuova imboccatura si formerebbero degl' interrimenti tanto dannosi come nell' antica. Questo progetto rinnovato da qualche anno dal Maresciallo duca di Belle-Isle, è il solo la cui esecuzione possa rendere l'imboccatura del Rodano esente dai mali che vi si provano; quelli che conoscono la località dopo una lunga serie di osservazioni, sostengono che qualunque spesa si faccia al canale dell'Aune non si giugnerà mai a migliorarlo facilmente e che i rimedj non saranno di lunga durata, come si è veduto finora, perocchè la cagione del male non potendo essere distrutta gli accidenti che ne conseguono cresceranno sempre. In fatti, siccome non si può impedire che il Rodano trasporti della sabbia che si depone alla sua imboccatura, e che il mare spinto dai venti dall'alto non ne aggiunga egli stesso, per quante dighe si facciano non si formeranno minori depositi. È vero che le acque dolci incassate verso l'imboccatura si gonfieranno per non potersi estendere o produrranno per qualche tempo maggior profondità, ovvero che a misura che si anticiperà sul mare trovandovi un fondo più basso, questi depositi staranno più tempo a farsi sentire, ma finalmente venendo a riempire il nuovo letto, le ultime dighe diverranno inutili come le precedenti. Che se bastantemente si prolungano quanto richiede la necessità, avendo l'imboccatura la stessa sorte, più si avanzerà e più si moltiplicheranno i banchi; mentre l'esperienza del passato fa conoscere ciò che si deve aspettare in avvenire. Crederebbesi che dopo l'irruzione del Rodano, avvenuta nel 1711 fino al 1749, questo fiume nello spazio di 40 anni abbia fatto dei depositi sott' acqua e degl' interrimenti che sono successivamente estesi al mare fino a 2700 tese, cioè a più di una buona lega oltre le antiche sponde?

Se il progetto di unire il porto di Bouc al Rodano con un canale navigabile non ha ancora avuto luogo, è perchè quelli che l'ebbero in vista in diversi tempi si sono lasciati spaventare dal lavoro che presentava la montagna composta in parte di scogli che bisogna tagliare per entrare nel porto di Bouc; perchè questo progetto non è stato finora esaminato seriamente per giudicare se ragionevolmente si poteva intraprendere: ma dopo la stima fattane nel 1750 da Milet di Monville, ingegnere in capo a Tolone, più capace di ogni altro a giudicarne bene possiamo essere certi che non costerà al più che due milioni. Perciò fa d'uopo che il canale che parte dal porto di Bouc sbocchi nel Rodano presso la chiesa di S. Trofimo pel cammino

più breve, che è di sole 5 leghe, la sua larghezza deve essere 5 tese in bocca con una profondità di sette piedi al disotto delle più basse acque del mare, col quale comunicherà per l'imboccatura del porto di Bouc. Perchè in ogni tempo i bastimenti possono passare nel Rodano e reciprocamente a qualunque altezza sieno le acque di questo fiume occorrerà una conca accollata presso S. Trofimo, articolo 1051 e 1052.

Vi sono pochi progetti simili a questo che presentino minori difficoltà nell'esecuzione, e maggior utilità. Questo canale mantenuto dal mare alla profondità di 7 piedi nelle maggiori magre non mancherà mai di acqua. Siccome non sarà esposto a ricevere le acque limacciose del Rodano nè le sabbie del mare, che non avrà con esso se non una comunicazione indiretta, i depositi non vi si recheranno punto, e trovandosi affatto indipendente dall'imboccatura attuale del Rodano sarà esente de tutte le sinistre conseguenze inseparabili da essa.

1066. Non basta riparare l'imboccatura dei fiumi e gli altri luoghi che hanno bisogno di essere mantenuti; bisogna anche vedere se si può dare maggior estensione alla loro navigazione, prolungandola verso la loro sorgente fin dove le acque lo permettano: per esempio quella della Senna che non comincia se non a Bry, Nogent e Pont potrebbe risalire a 20 leghe fino a Chatillon, non già seguendo sempre il suo corso che manca di fondo in molti luoghi, ma facendovi allato un canale con sostegni a conca che renderebbero la navigazione infallibile in ogni tempo, e molto migliore di quella del fiume stesso, perchè si sarebbe padroni di non far entrare nel canale se non la quantità d'acqua di cui si avrebbe bisogno. Siccome si può ricorrere allo stesso spediente per tutti gli altri fiumi di Francia che si trovano nello stesso caso, ecco i mezzi proposti dal Maresciallo Vauban per renderli navigabili in poco tempo: mezzi che possono del pari applicarsi a quelle di tutti gli stati d'Europa.

Quantunque il Maresciallo Vauban, fosse il più grande ingegnere che abbia esistito, non si è limitato soltanto a perfezionare l'arte di fortificare le piazze nè ed immaginare nuovi metodi di attacco e difesa di esse; il suo zelo pel pubblico bene che gli faceva abbracciare generalmente tutto ciò che vi poteva contribuire, lo aveva reso uomo di stato ancor più grande che ingegnere. Le sue vedute si estendevano specialmente ai mezzi di aumentare il commercio, come si giudicherà da un estratto delle sue memorie manoscritte, che mi sono state comunicate dai signori Dupuy Vauban suoi nipoti, degnissimi di un nome cotanto illustre.

1067. Perchè i canali di cui si tratta possano convenire a più grandi battelli che navigano nei fiumi di Francia il Maresciallo di Vauban suppone che si dieno a canali 9 tese di larghezza alla superficie dell'acqua, 6 al fondo e 6 piedi di profondità, il che si riduce a tese cubiche 7 e mezzo di escavazione ogni lineare, a cui applicando un prezzo medio che si moltiplicherà per 2500 tese, si avrà il presumibile costo di ogni lega per l'escavazione del canale e la formazione degli argini; questo egli lo raddoppia per aver riguardo alle opere di murazione di legname e di ferramenta, che occorreranno per le chiuse, conche, acquidotti, scaricatori e ponti e per l'indennità del terreno che si toglierà ai particolari. Supponendo che tutte queste spese insieme ammontino a 100,000 lire, il progetto di Vauban è di ripartirne la contribuzione su tutti i frontisti che sieno

più a portata di approfittare del canale, e che si estenderanno fino a 5 leghe da una parte e dell'altra. Quindi ciascuna lega di fiume di canale avrà 10 leghe quadrate di territorio, contribuente alla sua costruzione, cioè cinque per parte: ma invece di distribuire la spesa di ciascuna lega lineare di canale in proporzione eguale su ciascuna lega quadrata di paese, la distribuisce in proporzione della facilità a trarne maggior profitto. Siccome è giusto, ei dice, che il Re entri a parte delle spese di un'opera che non potrà a meno di aumentare i suoi redditi, così stima che S. M. vi debba entrare per un quinto cioè 20000 lire; allora ne resteranno 80000 a carico del paese che sarà tassato in proporzione del prodotto dei fondi compresi nelle 10 leghe quadrate. Ciò posto ei divide le 80000 lire in 20 parti di 4000 lire ognuna: ne impone 6 su le 2 leghe quadrate prossime al canale, 5 sulle due contigue, 4 sulle altre 3 sulle penultime, e due sulle ultime; formando insieme le 20 parti che valutate a 4000 lire danno la somma di 80000. Con questa massima la prima lega presso il canale dalla parte destra, porterà 3 parti equivalenti a 12000 lire, la seconda 2 parti e mezzo, equivalenti a 10000 lire, la terza 2 ovvero 8000, la quarta una parte e mezzo ovvero 6000 lire e la quinta sarà di 4000 lire, facendo il tutto 40000 lire, le quali raddoppiate pel lato sinistro daranno ancora le 80000 lire di cui sopra.

Si può dare, volendo, maggior estensione a questa imposta, perchè è certo che la navigazione trarrà vantaggio assai più chè da cinque leghe; ma egli propone questa soltanto per offrire un' idea delle proporzioni che si possono osservare, nello stabilire le quali bisogna aver sempre grandi riguardi onde non sopraccaricare gli uni più degli altri.

Procedendo in tal modo le imposte saranno sopportabili e si addolciranno ancora distribuendole sul tempo della durata del lavoro; cioè se deve durare sei anni, costerà 2000 lire ogni anno per ciascuna delle due prime leghe quadrate prossime al canale; e così dicasi delle altre in ragione delle loro contribuzioni. Vauban prima di cominciar l' opera vorrebbe che si avesse in cassa la metà di quelle calcolate, onde avere dei fondi per non lasciarla languire. Lo scavo del canale potendosi fare dagli abitanti di ciascuna lega quadrata, non uscirà denaro dal loro paese se non pei materiali che non vi si troveranno: se le contribuzioni sembrassero ancor troppo forti, dividendo le 80000 lire in sei anni si potrebbero prolungare ad 8, 10 ed anche 12, e prendere del danaro ad un frutto conveniente; allora i comuni potrebbero ipotecare la loro parte di canale, cioè il suo prodotto fino al pagamento completo; ma pagati questi debiti bisognerebbe liberare la navigazione da ogni pedaggio, sicchè non avesse altra imposizione se non quella che precisamente sarà necessaria alla sua manutenzione ed ai salarj dei custodi, e sarebbe meglio che quanto occorre per ciò fosse un'imposta perpetua sopra le leghe quadrate precedenti, secondo la stessa proporzione che si sarà stabilita per la spesa di costruzione, onde la navigazione fosse affatto libera. Questo è il mezzo di rendere più abbondante il consumo delle derrate e più ricercato; il Re ne avrà considerabile profitto poichè tutti i beni vicini al canale aumenteranno di prezzo e quindi le imposte in proporzione, e le terre saranno assai meglio coltivate. Per convincersene basta esaminare i paesi attraversati dai fiumi navigabili, e si vedrà una notabile differenza fra il prezzo dei fondi che vi sono vicini, in confronto di quelli che ne

sono discosti, quantunque di eguale fertilità. Le città, i borghi, ed i villaggi situati lungo i fiumi navigabili sono assai meglio edificati, più popolosi e più vivi che altrova: i paesi vicini ben coltivati e più apprezzabili di quei luoghi ove non esiste navigazione. In questi ultimi le terre sono d'ordinario mal coltivate, perchè mancando il consumo delle derrate, gli abitanti non lavorano che per la loro propria sussistenza.

Quanto qui si dice di una linea di navigazione, dovendosi intendere di tutte le altre onde il regno può essere attraversato, vedesi, continua il Vauban, che la Francia si può rendere il miglior paese del mondo, aggiugnendo a ciò che si è detto anche l' irrigazione dei territorj asciutti e il disseccamento dei paludosi.

CAPO QUARTO

DEI PIÙ CELEBRI CANALI NAVIGABILI ESEGUITI DAGLI ANTICHI.

1068. « Il commercio, dice Rollin, è il più solido fondamento della so-
» cietà civile, ed il più necessario vincolo per legare tutti gli uomini fra
» loro anche dei più remoti paesi; per esso il mondo intero non sembra
» formare che una famiglia sola, e diffonde dappertutto un'abbondanza uni-
» versale: le ricchezze di una nazione divengono quelle di tutti gli altri
» popoli, nessuna contrada sente la sterilità e quanto le occorre viene ad
» essa recato dalle estremità dell' universo, e ciascuna regione si maravi-
» glia di vedere nel suo seno abbondare dei frutti stranieri che il suo pro-
» prio fondo non poteva somministrare. »

Nessuno presentemente ignora che il commercio è il solo mezzo di di render florido uno stato e farlo rispettare dai suoi vicini, facilitando le conquiste; ma se il commercio per la navigazione interna deve produrre in picciolo lo stesso effetto,ciò si può ottenere rendendo tutti i fiumi navigabili e congiugnendoli con canali onde stabilire una navigazione generale per cui ciascuna provincia abbia la facilità di acquistare col suo superfluo il superfluo di un'altra e di somministrarsi reciprocamente il necessario ed il comodo. I canàli hanno rese le vetture e gli animali da soma così meno necessari, queste possono essere impiegati più utilmente nei lavori; per essi molte terre aride diventono fertili e si giugne a prosciugarne altre acquose e di nessun valore. Per essi un gran numero di fabbriche esigono minor numero d' uomini e meno spesa per essere mantenute; e per essi il traffico può animare tutte le parti di uno stato e farvi regnare l'abbondanza, procurare la felicità dei popoli, estendere la potenza del Sovrano. Finalmente attraggono e facilitano il consumo delle derrate a cinque o sei leghe alla destra ed altrettanto alla sinistra, principalmente dei grani, foraggi, legnami da costruzione e da ardere, e materiali per edificare: ciò l' effetto delle grosse manifattore: in una parola di tutte le materie pesanti e di gran volume che rimangono senza valore sui luoghi quando il trasporto oltrepassa cinque o sei leghe dal sito ove se ne ha bisogno, perocchè la vettura per carreggiarli gl'incarisce straordinariamente. Quindi si vedono molti paesi, benchè buoni d'altronde, che mancano di molte cose loro necessarie, mentre le avrebbero a modico prezzo se il trasporto si potesse fare per acqua; perocchè un battello di ragionevole grandezza maneggiato da sei uomini ed armato di quattro cavalli può trasportare 1500 quintali; il che durerebbero fatica a fare per un' altra via 200 uomini e 400 cavalli. Ma è inutile dettagliare delle

verità così conosciute, ed a convincersene, basta dara un'occhiata all'immenso commercio che producono i canali navigabili nella Francia, nell'Olanda, nell'Italia ed altrove.

Cercando di rendere istruttivo ed interessante ciò che ho insegnato nel terzo libro su le opere relative alle piazze marittime dando una leggiera descrizione dei porti stabiliti dagli antichi, farò lo stesso circa i canali di navigazione da loro costrutti, onde collegare senza allontanarci troppo dal mio scopo, la storia dell'Architettura Idraulica coi principj che ad essa sono proprj.

1069. Il più antico canale menzionato dagli storici è quello che univa il Mar Rosso al Mediterraneo; ma siccome la maggior parte di essi non sono d'accordo su l'uso cui serviva questo canale, pretendendo gli uni che non sia mai stato navigabile per le insuperabili difficoltà che vi si sono incontrate, gli altri all'incontro assicurando che è stato condotto alla sua perfezione e che ha servito per varii secoli, ho cercato quanto ne hanno detto gli autori che studiarono più profondamente gli antichi onde sapere a che attenermi sopra un soggetto, che tiene divisi ancora uomini molto abili, benchè in massima sembri che credano essere stato questo canale la sorgente del grande commercio degli Egizj. Benchè questa sia pure la mia opinione, mi asterrò dal deciderne appagandomi di riportare letteralmente ciò che ne hanno detto i più dotti scrittori moderni, cominciando dal celebre Huet vescovo d'Avranches nel suo commentario su la navigazione del Re Salomone, volendo spiegare in qual maniera la flotta di questo principe ha potuto passare dal Mar Rosso al Mediterraneo per congiugnersi a quella di Hiram re di Tiro, ed andare insieme ad Ophir per cercarvi dell'oro, secondo quanto è riferito nel capo IX, Libro III.° dei Re. Questo prelato, dopo varie dissertazioni molto interessanti, si esprime in tal modo nell'articolo sesto del suo capitolo primo.

1070. « Ma a che logorarsi il cervello per immaginare in qual modo le » navi sirie facessero questo tragitto, se a que' tempi si avea a tal uopo » una via tanto facile? Infatti circa questo trasporto di vascelli tirj devesi » conchiudere che anche innanzi all'epoca di Salomone i re d'Egitto ave- » vano congiunto il Mediterraneo coll'Eritreo per mezzo di un canale, pe- » rocchè chi si potrebbe persuadere che gli Egizj, nazione così laboriosa » ed avvezza ad opere simili, dopo avere scavati infiniti canali in una » terra molle e fangosa per introdurre o deviare le acque del Nilo, ed » aver innalzato con immense spese le maravigliose piramidi, abbiano po- » tuto trascurare la congiunzione di questi due mari che assicuravano » loro comodi e vantaggi infiniti. Questa non è già una semplice conget- » tura: una tradizione degli Arabi assicura che la congiunzione del Nilo » col golfo arabico è certamente stata fatta, se ne fa risalire l'epoca fino » ad Abramo e se ne attribuisce l'esecuzione a Toti, o come altri lo chia- » mano Tarsi re d'Egitto; questa è l'opinione di Murtadi nella sua de- » scrizione dell'Egitto. Strabone, dopo aver detto che l'opera era stata co- » minciata da Sesostri, pretese in seguito che il canale di comunicazione fosse » stato fatto sotto questo principe innanzi la guerra di Troja. Tutti i dotti con- » vengono che la guerra di Troja sia un secolo più antica del regno di Da- » vidde; ma vedesi dal calcolo dei tempi e per la testimonianza di Gio- » seffo che Sesostri, conosciuto nella Scrittura col nome Sesac, ha vissuto

» gran tempo dopo, ed è stato contemporaneo di Roboamo, benchè que-
» sto sentimento sia opposto a quello della maggior parte degli autori
» greci. Quindi si deve conchiudere che questo canale era stato praticato
» prima del regno di Sesostri, ma che in seguito, trovandosi ingorgato per
» mancanza di manutenzione, questo principe vi fece lavorare di nuovo
» e scavarlo di più. A tale opinione si può anche aggiugnere il sentimento
» di alcuni antichi che credettero che dopo la distruzione di Troja, Me-
» nelao avesse attraversato l'istmo arabico con un canale per penetrare in
» Etiopia. Frattanto l' espurgo di questo canale, e la nuova opera per isca-
» varlo di più, che taluni attribuiscono a Sesostri, è anche attribuita da
» altri a Psametico suo figlio, ed Erodoto ne dà il vanto a Neco ni-
» pote di Sesostri. Comunque siasi l'opera non fu compiuta in quel tempo,
» e nemmeno alcuni anni dopo da Dario, sotto cui nondimeno poco mancò
» che non vi si desse l'ultima mano, ma ne fu distolto dal timore che le
» acque del Mar Rosso, trovandosi più alte delle terre d'Egitto, inondas-
» sero questo paese. Frattanto Erodoto sembra insinuare che Dario spingesse
» quest'opera all'ultima sua perfezione. Tolomeo Filadelfo prevenne l'in-
» conveniente che si temeva per parte delle acque del Mar Rosso, aggiunse
» al canale, che egli aveva fatto interamente scavare da Bubaste fino ad
» Arsinoe, delle chiuse per arrestare le acque del Mar Rosso che sareb-
» bero entrate con troppa violenza: vediamo ancora in Strabone che al suo
» tempo ed a quello di Elio Gallo, sotto la comunicazione del Nilo col golfo
» Arabico, era libera ai vascelli mercantili di Alessandria, e che di là pene-
» travano fino alle Indie. Non credo però che questo canale sia stato na-
» vigabile da questi vascelli; perocchè come si sarebbe determinata Cleopatra
» con spese e fatiche immense a far costruire delle macchine per trasportare la
» sua flotta per terra se avesse avuto aperta una via per farlo con maggiore
» facilità? In seguito l' imperatore Trajano fece ristaurare questo canale e
» gli diede il suo nome, come avea fatto Tolomeo prima di lui, dopo di
» che il Califfo Omar sul finire del regno di Eraclio, diede commissione
» ad Amri figlio di Asio, di sgombrare questo canale che si era otturato
» col tempo per difetto di manutenzione. Questo canale è quello che gli
» Arabi credono fatto da Toti re d'Egitto, fino dal tempo di Abramo; un
» altro Califfo d'Egitto lo fece turare dalla parte del mare ed il califfo Ha-
» kem lo fece di nuovo ristabilire e l'adornò di un rivestimento di marmo.
» Alcuni Soldani d'Egitto, il loro vincitore Selim imperatore dei Turchi ed
» i suoi discendenti lavorarono a riaprirlo e lo misero nello stato in cui
» ora si trova; ma non serve che ad introdurre le acque occorrenti in
» certi tempi all'irrigazione d' Egitto: la quantità di limo ond'è colmo il
» suo letto lo rende inutile alla navigazione. Non obblieremo ciò che rife-
» risce Diodoro, cioè che da Menfi al mare, e noi aggiugneremo Medi-
» terraneo, si sono scavati infiniti canali simili a quelli che si vedono nel
» restante dell' Egitto, destinati ad irrigare le terre od a trasportare
» le merci.

1071. » Credo di aver fatto sentire all' evidenza, tanto per la descrizione
» che abbiamo degli antichi come per l' opinione dei moderni, che questo
» canale aperto da Sesostri era lo stesso di quello che Dario e dopo di lui
» Tolomeo Filadelfo e finalmente il Califfo Omar avevano fatto scavare a
» diverse riprese. Questo canale si stendeva dalla città di Fustata ora il

» Gran Cairo fino a Clisma porto del Mar Rosso; il che è conforme a
» quanto dicono Elmacin ed Euthychus a cui si può aggiugnere Erodoto,
» che nella descrizione che ne dà pone il principio di questo canale un
» poco più al di sopra di Bubaste. Infatti è la parte del Nilo che è più vicina al
» mare ed il luogo ov' era più facile a scavare un canale; perocchè stando
» a Plinio quest' intervallo non è che circa 62000 passi.

« Gli autori antichi, su la cui fede ho ciò riportato, dicono quasi tutti
» unanimemente che i re d'Egitto e di Persia, Sesostri, Psametico, Neco
» e Dario, che hanno fatto lavorare a questo canale, erano stati stornati
» dallo spingerlo fino alla sua perfezione, perchè si erano accorti che il
» livello del Mar Rosso era più alto di quello delle terre d'Egitto, e che
» temevano che tagliato l'istmo, il mare, non avendo più barriera, innon-
» dasse tutto il paese con le sue acque: così dice Aristotele. Diodoro ag-
» giunge che per questa ragione Tolomeo dopo aver perfezionato un lavoro
» che gli altri non avevano che cominciato, fece costruire una chiusa per
» rimediare quando si credesse opportuno all'impeto delle acque del mare
» che entravano nel canale. Plinio, dopo aver detto che si era trovato che
» le acque del Mar Rosso erano tre cubiti più alte delle terre d'Egitto,
» allega un' altra ragione, la quale è che si era temuto che le acque del
» mare guastassero le acque del Nilo che sono le sole potabili che ab-
» biano gli Egizj; ma Strabone fa vedere il ridicolo del timore che
» si era incusso a questi Principi, i quali avevano cominciato a scavare
» l'istmo, e nega formalmente che le acque del Mar Rosso sieno più alte
» dell' Egitto. Ciò hanno provato benissimo Fournier e Riccioli dimostrando
» che tutti i mari, almeno quelli che hanno flusso e riflusso, sono in uno
» stesso equilibrio. Finalmente non si può a meno di convenire che le
» chiuse fatte fare da Tolomeo Filadelfo in questo canale onde introdurvi
» le acque ad arrestarle, vi furono poste col solo scopo di mettere al-
» l'uopo questi limiti all' altezza delle acque del Mar Rosso. Ora è facile
» comprendere in qual modo i vascelli del re Hiram potessero andare da
» Tiro ad Asiongaber; non era da temere che Faraone re d'Egitto lo tur-
» basse, tanto più che Salomone, pel cui interesse si allestiva questa flotta
» era suo genero, e forse percepiva qualche tributo su le merci che tali
» vascelli avrebbero recato.

» È dunque senza fondamento che Vatable e Grozio dissero che era
» l'isola di Tiro nel mare Eritreo, d'onde Hiram avea fatto venire i va-
» scelli che forniva a Salomone, come se i Fenicj avessero avuto una flotta
» e dei porti in un' isola che quasi non era conosciuta. »

1072. Benchè questo estratto del discorso di Huet sia dei più convincenti, credo di non trascurare un aumento di prova, tratto dalla Storia dell'Accademia Reale delle Scienze dell' anno 1702; ove Fontenelle dà l' estratto di una memoria di Delisle, il più celebre dei geografi, il cui oggetto era di provare invincibilmente l' antica esistenza di questo canale, come or ora vedrassi.

« Il conte di Pontchartrain servendosi della sua autorità per soccorrere
» al progresso delle Scienze, aveva mandato in Egitto delle Memorie di De-
» lisle che marcavano ciò che avrebbe desiderato che si facesse per retti-
» care la carta di questo paese. Queste memorie erano accompagnate da
» commendatizie potenti ai consoli e viceconsoli; e fu in esecuzione degli

» ordini di Pontchartrain che Boutier percorse tutto il Delta e ne mandò
» a questo ministro una carta con una picciola relazione che la spiegava. De-
» lisle, a cui il conte di Pontchartrain fece l'onore di rimettere ogni cosa
» ne parlò all'Accademia; ma ciò che vi è di più rimarchevole in questa
» carta è un pezzo di canale che esce dal braccio più orientale del Nilo, e
» che Delisle giudicò essere una parte di quello che altre volte formava la
» comunicazione del Nilo e del Mediterraneo col Mar Rosso.

» Siccome quest'antica comunicazione che Delisle stabiliva per un fatto
» indubitabile, è ignorata oggidì anche da molti dotti, si desiderò vedere le
» prove che ne aveva, ed ei le diede così chiare e precise, la maggior parte
» in luoghi così conosciuti, che ora tutta la difficoltà che rimane è quella
» di sapere come tutto il mondo non le abbia rimarcate.

» Erodoto, dice nel secondo libro, che nella pianura di Egitto vi era
» un canale dedotto dal Nilo, un poco al di sotto della città di Bubaste
» e sotto un monte che era della parte di Menfi: che questo canale si
» stendeva molto lungi da occidente ad oriente, che poscia si volgeva al
» mezzodì e sboccava nel Mar Rosso: che Neco figlio di Psametico avea
» pel primo intrapresa quest'opera ov'erano periti 120000 uomini, ch'ei
» l'aveva abbandonata dietro la risposta di un oracolo, ma che Dario
» figlio d'Istaspe lo aveva terminata; che era di quattro giorni di navigazione,
» e due galere vi passavano di fronte.

» Ne parla Diodoro nel primo libro della sua biblioteca e conviene
» con Erodoto, fuorchè lo fa lasciare imperfetto da Dario a cui pes-
» simi ingegneri rappresentarono che il Mar-Rosso più alto dell'Egitto
» lo innonderebbe, e non fa terminar l'opera che da Tolomeo Fila-
» delfo. Aggiugne che questo canale si era chiamato fiome di Tolomeo,
» che questo principe aveva fatto edificare all'imboccatura di questo una
» città chiamata Arsinoe dal nome di una sorella ch'egli amava, e che
» si poteva aprire o chiudere il canale secondo il bisogno della navigazione.

» Strabone nel libro 17 della sua geografia si accorda in tutto con
» Diodoro: non resta che a conciliare Erodoto che fa terminare l'opera
» da Dario, con Strabone e Diodoro che non ne danno l'onore che a To-
» lomeo; ma in un'opera di tal fatta dopo il suo compimento possono es-
» sere succeduti infiniti inconvenienti che l'abbiano reso inutile fino à che
» vi sia stato fatto un nuovo lavoro.

» Alla punta del golfo che chiamasi Mar Rosso erano due città Ero-
» poli ed Arsinoe, che secondo Strabone è stata anche chiamata da al-
» cuni Cleopatride. Ora lo stesso Strabone, parlando della spedizione che
» fece nell'Arabia Elio Gallo, il primo governatore d'Egitto pei Romani,
» dice che Gallo fece costruire delle navi a Cleopatride vicina ad un an-
» tico canale derivato dal Nilo. Dice d'altronde che Eropoli era sul Nilo
» ed all'estremità del Mar Rosso.

» Delisle spinse le sue ricerche fino agli autori arabi. Elmacin, lib. 1,
» cap. 3, dice che sotto il Califfo Omar, verso l'anno 635 dell'era volgare,
» Amar fece fare un canale per trasportare in Arabia i grani d'Egitto:
» evidentemente non fece che rinnovare l'antico, la cui navigazione poteva
» ben essere stata trascurata nella decadenza dell'impero Romano, ma nel-
» l'anno 150 dell'Egira, cioè l'anno 775 dell'era volgare, Abugiafar-Alman-
» zor, secondo Califfo degli Abassidi, fece turare questo canale dalla parte

» del mare. Se mai si rinnovasse tale congiunzione il mondo muterebbe
» faccia, la China e la Francia, per esempio, diverrebbero vicine, e si
» compiangerebbe il destino dei secoli barbari, ove gli Europei erano co-
» stretti a fare il giro dell'Affrica per recarsi in Asia. »

1073. Ecco una nuova autorità fondata su la testimonianza di una lettera del padre Sicard, Gesuita e missionario in Egitto, così commendevole per l'esattezza delle sue osservazioni, che in tutta l'Europa sono ricevute con tanta confidenza che non se ne diede mai l'eguale a nessun viaggiatore. In questa lettera scritta dal Cairo il 2 giugno 1723, e che trovasi nel tomo VII delle lettere edificanti, il padre Sicard così si esprime:

« Siccome io non era distante molto dal borgo Facusa nella Lalon-
» bia, credetti dover andare sui luoghi per verificare ciò che avea letto in
» Strabone, circa questo borgo, e trovai infatti alcuni incontestabili indizj
» di questo famoso canale, opera di Sesostri, continuata da Dario e da
» Tolomeo Filadelfo; questo canale cominciava dal borgo Facusa sul Nilo
» e faceva una vantaggiosa comunicazione di questo fiume con le acque
» del Mar Rosso. »

1074. Finalmente credo di non poter terminar meglio tutte queste autorità, se non con quella di Rollin che in tal modo parla nel primo tomo della sua Storia Antica.

« Il canale che formava la comunicazione dei due mari, cioè del Mar
» Rosso e del Mediterraneo, deve qui trovare il suo posto e non era uno
» dei minori vantaggi che il Nilo procurava all'Egitto. Questo canale co-
» minciava assai vicino al Delta verso la città di Bubaste, era largo 100
» cubiti, cioè 25 tese, in guisa che due bastimenti vi potevano passar co-
« modi, la sua profondità era quella che occorre per portare i più grossi
» vascelli e la sua lunghezza più di 1000 stadj, cioè più di 50 leghe. Que-
» sto canale era utilissimo pel commercio ed ora è quasi del tutto inter-
» rato, non restandone che qualche vestigio. »

1075. Benchè il genio dominante dei Romani fosse quello della guerra, ed il commercio non li occupasse che debolmente, perocchè tutte le nazioni da loro soggiogate lo facevano a profitto dei vincitori, che con ciò godevano tutto quanto il mondo produceva di più utile e piacevole, non lasciarono però di far eseguire una quantità di magnifici lavori per favorirlo. Quanti porti non hanno bonificato su tutte le coste del loro impero, come si disse all'articolo 643 e seguenti? D'altronde i loro magnifici ponti e strade non miravano meno allo scopo di aumentare il commercio, che facilitare le mosse delle armate ed il trasporto delle munizioni da guerra. Non paghi di aver formato delle grandi strade per la comunicazione di tutte le parti del loro vasto impero, non hanno trascurato di rendere navigabili la maggior parte dei fiumi e di congiugnerli con canali, acciò le città ed i territorj vicini potessero diffondere le loro merci e derrate nelle provincie ove mancavano ed anche fino al mare, e dal mare in qualunque siasi regione. Talvolta anche i generali delle armate facevano scavare dei canali per trasportare le vittovaglie o per servire di barriera contro i nemici. Berger, nella sua *Storia delle Grandi Strade dell' Impero Romano*, riferisce dietro antichi autori che la città di Bologna, Modena e Padova apersero a loro spese magnifici canali, e che non vi erano buone città alle due sponde del Po che non le avessero imitate. Ma tale navigazione doveva essere

molto imperfetta quando s'incontrava una grande differenza di livello nei fiumi che si volevano congiugnere, perocchè, come potevano sostenere le acque all'altezza conveniente al passaggio dei battelli senza il soccorso delle chiuse che dai Romani non erano conosciute? E si sa ancora che per averne ignorato l'uso, molti grandi progetti di navigazione intrapresi dagl'imperatori fallirono dopo immensi lavori assolutamente gettati; che se giunsero a compierne alcuno con successo, quanto consumo di tempo, d'uomini e di spese non hanno essi costato!

1076. L'anno di Roma 651, il console Cajo Mario, essendo stato inviato in Provenza alla testa di una potente armata per difendere questa provincia contro l'irruzione dei Barbari usciti dal Nord per istabilirsi in Italia, questo capitano, giunto innanzi ai Teutoni, sentendo la difficoltà di sostenersi contro la loro innumerevole moltitudine, cercò una posizione da cui potesse imporre loro senza avventurarsi. La più vantaggiosa ch'ei trovasse fu quella di trincerarsi nell'isola della Camarga al di sotto di Arles, onde essere a portata di trarre le vittovaglie dal mare salendo il Rodano, mentre i nemici, che in breve sarebbero privi di ogni soccorso perirebbero di fame; ma considerate le difficoltà dell'imboccatura di questo fiume che fino d'allora era difettosissima, prese il partito di scavare un canale per portar le acque del Rodano dalla riva sinistra in faccia al suo campo in un seno corrispondente al villaggio di Fos, ove allora approdavano le navi, il che fece dare in seguito a questo canale il nome di Fossa Mariana, dalla quale l'armata romana ricevette dei viveri in abbondanza. Mario, dopo aver totalmente distrutti i Barbari perfezionò questa seconda imboccatura che avea dato al Rodano. Questo canale di cui si vedono ancora deboli traccie, e che rese il nome di Mario così celebre in quel paese, appartenne per molti secoli ai Marsigliesi che ne cavavano un grande reddito, e il capitano lo aveva lasciato loro in ricompensa dei soccorsi che ne aveva ricevuto durante questa guerra; ma per difetto di manutenzione si è otturato col tempo come pure la comunicazione del seno di Fos col mare (*Storia Romana di Catrou e Rouillé*).

1077. I Romani non apersero in Italia soltanto delle nuove strade coi canali; vi sono poche provincie del loro impero ove non ne abbiano fatto, il che eseguivano talvolta i capitani tanto per occupare le loro truppe, quanto pel bene del paese ove dovevano soggiornare a lungo.

Strabone, che viveva sotto Augusto che aveva viaggiato in diverse regioni per osservare la situazione dei luoghi ed i costumi dei popoli, fa menzione della Francia come del paese ove s'incontra un maggior numero di bei fiumi che si potevano rendere navigabili e congiugnerli con canali per formare la comunicazione dei mari e produrre un commercio dei più estesi. Sembra impossibile come osservazioni di tanta importanza non abbiano cominciato a far impressione che sotto il regno di Luigi il Grande, a cui era riservata la congiunzione del Mediterraneo con l'Oceano per mezzo del famoso canale di Linguadoca, assai più proprio ad immortalare la gloria di questo monarca, che tutti i trofei che gli si eressero; la vera e solida gloria dei monarchi è quella ai cui vantaggi possono partecipare anche i sudditi.

Al tempo di Nerone i Romani avevano intrapreso a congiugnere il mare di Provenza con quello d'Allemagna per mezzo del Rodano e del

Reno. Erano allora nelle Gallie due grandi capitani Paolino Pompeo e Lucio Veto, i quali non volendo abbandonare all'ozio i loro soldati pensarono d'impiegarli utilmente. Pompeo fece terminare le dighe od argini cominciati da Dario 63 anni prima, per opporli agli straripamenti di questo fiume, allorchè volendo assicurare le sue conquiste, lo congiunse con un largo e profondo canale all'Issel, fiume delle Provincie Unite che si scarica nello Zuider-Zée. Veto intraprese ad unire con un canale la Saona e la Mosella, affinchè le armate romane che si mandavano nella Bassa-Allemagna fossero liberate dalle fatiche del lungo tragitto che dovevano fare per terra, perocchè sarebbero state dapprima condotte per mare nel Rodano e nella Saona, di là con un canale nella Mosella e nel Reno per giugnere fresche e complete fino al mare di Allemagna. Ma siccome le più utili intraprese sono quasi sempre attraversate dall'invidia, Elio Gracile che comandava nella Gallia Belgica, e che non era amico di Veto, essendosi adombrato della gloria che a questi poteva derivare da sì felice disegno, impiegò tutto il suo credito presso l'imperatore per impedirne la continuazione.

Veggonsi in Inghilterra la vestigia di un canale di navigazione lungo 40 miglia fatto dai Romani che serviva a congiugnere il fiume Nyn un poco al di sotto di Peterborough, con quello di Witham, a tre miglia al di sotto di Lincoln. Siccome non fu mantenuto è in parte colmato, ma da ciò che ne resta sembra essere stato assai largo e profondo; si ha fondamento di crederlo fatto sotto il regno di Domiziano, a motivo delle medaglie di questo imperatore che vi si trovano.

1078. Essendo l'imperatore Carlo Magno a Ratisbona ove faceva gettare un ponte sul Danubio per andar a domare gli Avaresi, si suggerì a lui il disegno di fare un canale di comunicazione dal Reno al Danubio, per conseguenza dall'Oceano al Mar-Nero, servendosi del fiume Almuts che si scarica nel Danubio e del Redits che si scarica nel Meno che va poi a cadere nel Reno, presso Magonza. Questo principe intraprese quest'opera vasta e l'avrebbe perfezionata, se non fosse stato costretto ad abbandonarla per punire la rivolta dei Sassoni e per rimediare a' molti avvenimenti sinistri che accaddero in varj luoghi dell'impero; è indubitato che questa comunicazione sarebbe stata comodissima per compiere i suoi vasti disegni.

1079. Verso la fine del terzo secolo l'imperatore Chi-t-fu, dopo aver conquistato tutta la China ed essersi impadronito della Tartaria Occidentale, risolse di fissare la sua residenza a Pekin che si trovava nel centro de'suoi vasti dominj. Ma le provincie vicine non essendo abbondanti a bastanza per sovvenire alla sussistenza della corte e dei numerosi eserciti, prese il partito di scavare il famoso canale di Yunlyango che attraversa l'impero dal Nord al Sud per uno spazio di 300 leghe unendovi molti fiumi da Canton fino a Pekin: è indicato come l'opera più maravigliosa che vi sia nella China, formandone la principale ricchezza ed essendo di continuo coperto da una infinita quantità di navi e battelli. Quindi per mezzo dei fiumi e dei canali si può viaggiare molto comodamente da Pekin fino alle ultime estremità dell'impero, cioè lo spazio di 600 leghe.

I canali principali si scaricano dai due lati in gran numero di altri che corrispondono alla maggior parte della città e de'borghi per la como-

dità dei viaggiatori e pel trasporto delle derrate che si comunicano reciprocamente; questi piccioli canali sono poi suddivisi in infiniti ruscelli per irrigare le vicine pianure.

Tutte le relazioni dei viaggiatori parlano con entusiasmo della magnificenza e della bellezza dei ponti di pietre che sono sul grande canale, le cui pile hanno così poco spessore per la bontà dei materiali, che da lungi le arcate, che sono elevatissime, sembrano come sospese nell' aria, e formanvi bellissime prospettive quando s' incontrano molti ponti consecutivi.

1080. Benchè le grandi opere facenti parte dei canali che si vedono alla China sieno al dire degli stessi viaggiatori, al disopra di tutto ciò che s'incontra in Europa, sembra nondimeno secondo loro che i Chinesi non abbiano ancora fatto uso delle conche per passare i battelli da un canale ad un altro, allorchè s' incontrano delle cadute, e che quelle che da essi chiamansi chiuse non abbiano nulla di comune con quelle che noi impieghiamo in casi simili, poichè Magalhaens osserva che non è facile passare talune di siffatte chiuse. Le barche, ei dice, sono tirate da quattro o cinquecento battellieri, e talvolta da un numero maggiore, con canapi e corde attaccate alla prora, mentre altri lavorano agli argani. Quando tutte le funi sono state attaccate accuratamente, cominciano essi a tirare con molta lentezza al suono di un bacino che dapprincipio si percuote lentamente; ma appena la barca è levata a mezzo sul canale superiore, la corrente divenendo più forte si batte più velocemente sul bacino, ed i battellieri riunendo tutte le loro forze spingono la barca e la fanno salire con un colpo solo; non rimane poscia alcun pericolo perchè essa si trova in sicuro nell'acqua stagnante, che è fra la sponda del canale ed il mezzo della corrente; aggiugne che è più facile far discendere le barche da tali cascate che farle rimontare cioè che l'operazione è assai più pronta benchè più pericolosa.

Il padre Le Comte osserva ancora che in alcuni luoghi ove la disposizione del terreno non ha permesso di formare una comunicazione fra due canali non si lascia di far passare le barche dall' uno all' altro benchè vi sia più di 15 piedi di altezza da sormontare. All'estremità del canale superiore si è costrutto un doppio pendio di pietra di taglio; quando la barca giugne all'estremità del canale inferiore, essa è innalzata con argani fino alla sommità del primo pendio, da cui il suo proprio peso la fa strisciare pel secondo nel canale superiore, e si fa discendere al pari da questo a quello. Quest' autore dura fatica a comprendere come le barche chinesi, che d'ordinario sono lunghe e caricate assai pesantemente, non si rompano nel mezzo quando si trovano come sospese nell' aria sull' angolo dei due declivj; nondimeno non ho saputo che succeda ad esse il minimo accidente. Lungo il grande canale non si trovano di questi declivj, perocchè la barche imperiali che sono grandi come le nostre fregate non potrebbero essere innalzate a forza di braccia nè guarentite dal disastro onde sembrano minacciate le altre.

Nella relazione del viaggio della China dei Gesuiti che Luigi XIV vi mandò nel 1685, in qualità di matematici, si trova che essendosi imbarcati sopra un canale, furono obbligati a passare per due dighe di murazione ove le acqua passavano con tanta rapidità che se quelli che governavano i battelli li avessero abbandonati alla corrente, nulla poteva salvarli

da essere infranti in mille pezzi! Questi stessi Padri avendo spiegato ai Mandarini che li accompagnavano, come in Europa esista una specie di chiusa con cui si regolavano le acque delle cadute in modo da passarle così sicuramente come se non esistessero, ne furono colpiti, e col loro stupore fecero conoscere di non averne veruna idea; dal che è presumibile che se si portasse alla China un modello delle nostre conche a chiusa, sarebbe ricevuto benissimo e produrrebbe altrettanta maraviglia quanto i primi orologi dai nostri missionarj presentati all'imperatore.

CAPO QUINTO

DEI PRINCIPALI CANALI NAVIGABILI ESEGUITI IN EUROPA DAI MODERNI.

1082. Soltanto sotto il regno d'Enrico IV si è cominciato a pensare in Francia ai vantaggi che poteva cavare il commercio dalla congiunzione de' mari e de'fiumi pei canali all'esempio di quelli che gli Olandesi ed i Fiamminghi aprivano allora per la comunicazione delle loro città, perocchè in quel tempo fecero gli ultimi, il canale da Bruselles ad Anversa, e qualche tempo dopo quello così magnifico che va da Ostenda a Bruges. Il duca di Sulli, quel grande ministro unicamente occupato del bene dello stato e della gloria del suo sovrano, concepì varj progetti di questa specie, fra gli altri quello di congiognere la Senna alla Loira per mezzo del fiume Loing e di un canale lungo undici leghe, che fu intrapreso qualche anno prima della morte del re, poscia abbandonato e ripigliato dal cardinale di Richelieu che lo fece condurre alla sua perfezione. Esso da una parte immetteva nella Loira presso Briare di cui ha ritenuto il nome: di là passa per Chatillon e Montargis e si congiunge ad una mezza lega al disopra di questa città col fiume Loing che si getta nella Senna all'altura di Moret. Le chiuse di questo canale che sono verosimilmente le prime che si eseguirono in Francia per far salire e discendere i battelli nei luoghi ove sono delle cadute, sono alimentate dalle acque dei sette stagni che corrispondono al punto di divisione situato fra la Loira ed il fiume Loing: il male si è che questi stagni non forniscono nei tempi di siccità acque bastanti per una regolare navigazione; il che fa sì che da questo canale non si è cavato tutto il vantaggio che se ne era sperato.

Frattanto siccome la congiunzione della Loira con la Senna era di estrema importanza per Parigi, Luigi il grande accordò a suo fratello il duca d'Orleans il privilegio di fare a suo vantaggio un altro canale, terminato nel 1690 sotto il nome di canale d'Orleans, perchè ha la sua imboccatura con la Loira un poco al disopra della città di questo nome presso il ponte dei monachi, di là si estende per la lunghezza di circa sedici leghe e si congiunge a quello di Briare presso Montargis. D'allora in poi il duca di Orleans, reggente di Francia, durante la minorità di Luigi XV, informato che nelle sue siccità il fiume Loing era molto basso lo fece costeggiare da un nuovo canale che considerandolo bene è un prolungamento del precedente da Cepoi sotto Montargis fino a Moret. Questo canale compiuto nel 1724, nodrito dalle acque del fiume stesso, che trovau-

dosi regolate dalle chiuse, fa sì che la navigazione dalla Seona alla Loira presa presso Orleans, è presentemente tanto buona quanto si può desiderare.

Nel 1726 Elisabetta Eugenia, sorella di Filippo II, governatrice dei Paesi Bassi, fece fare il famoso canale di santa Maria che unisce il Reno alla Mosa, stendendosi da Rhinberg fino a Vanlo, onde trasportare per di là nel Brabante tutte le merci che proveogono dalla Germania e toglierne il commercio agli Olandesi: Spinola ed il conte di Berg, che ne avevano la condotta, prevedendo che questo canale non mancherebbe di cagionare molta gelosia al nemico, fecero fare 24 ridotti situati a giusta distanza gli uni dagli altri e ben guardati per sostenere i lavoratori nel caso che si avesse voluto inquietarli. Infatti il principe d' Orleans andò più volte ad attaccare tali ridotti con vano successo; ma ad onta di tutti i suoi sforzi non potè impedire il perfezionamento di questo canale.

Sarebbe abbracciar troppo il voler far menzione di tutti i canali che furono fatti nei Paesi Bassi nel corso dell'ultimo secolo, perciò non mi arresterò di più per non parlare che di quelli che sono stati eseguiti in Francia per congiugnere il Mediterraneo all' Oceano. Pretendesi che l' imperatore Carlo Magno fosse il primo a sentirne tutta l'utilità, e che in seguito Francesco I pensasse ad eseguirne; ma come se ne sarebbe venuti a capo in un tempo in cui non erano conosciute le chiaviche a conca? Sembra quindi che soltanto sotto il regno di Enrico IV siasi pensato seriamente, dietro le rappresentanze del cardinale di Joyeuse, che sendo arcivescovo di Narbona aveva concepito che questa grande intrapresa poteva aver luogo più sicuramente per la Linguadoca che per alcun'altra provincia del regno. Per assicurarsene, il contestabile di Montmorency, che ne era governatore, fece esaminare esattamente i luoghi per dove doveva essere condotto il canale, senza che questo progetto avesse altro esito. Sotto il regno seguente il cardinale di Richelieu l'avrebbe intrapreso nel 1623 se le turbolenze succedute in Linguadoca non vi avessero posto un ostacolo.

1082. Di tutti i grandi lavori eseguiti sotto il regno glorioso di Luigi XIV, non ve n'ha nessuno di più utile e che più onori lo spirito umano del canale che congiugne i due mari colla Linguadoca. Infatti non vi è nulla di più degno di ammirazione del vedere i bastimenti passare da un mare all' altro percorrendo una parte del paese, elevati seicento piedi sopra il porto da cui sono partiti e di vederli discendere con altrettanta facilità come sono saliti. Quantunque il disegno di una intrapresa così ardita fosse già concepito sotto i regni precedenti, Riquet non ebbe meno il merito di mettere il suo progetto in istato di non lasciare alcun dubbio su l'infallibilità del successo, e di essere giunto sotto la protezione di Colbert, che fu colpito dalla superiorità del suo genio a vincere gli ostacoli che gli opposero quelli in cui i personali interessi stavan più a cuore del bene universale, come ciò avviene troppo spesso.

Nondimeno questo canale che è costato quattordici milioni sarebbe rimasto ancora ineseguito, per mancanza di compagnie forti a bastanza per intraprenderlo, perchè non avrebbero trovato il frutto delle loro anticipazioni se dietro le vive rappresentanze di Colberg il re non ne avesse fatta la spesa a metà con la provincia di Linguadoca. Questo monarca per segnalare vieppiù la sua magnificenza ne attribuì in perpetuo senza alcuna riserva il fondo e le entrate a Riquet ed a' suoi discendenti col solo peso della manutenzione di esso. D'altra parte gli stati di Linguadoca

vi contribuirono con zelo, atteso che i denari che perciò venivano a levare su la provincia si spendevano in essa, e questa tassa che non doveva essere che temporaria l' srricchiva sempre più per la facilità che darebbe il canale allo smercio delle sue derrate unito al vantaggio di far venire d'altrove quelle di cui potrebbe mancare; il fatto giustificò le viste di questa savia politica.

Le opposizioni provate da Riquet per parte dei signori e delle comuni, a cui apparteneva il terreno per cui doveva passare il canale avendo fatto conoscere a Colbert che le contraddizioni non mancherebbero di accrescersi quando si verrebbe all'esecuzione, pensò che il solo mezzo di eluderle era quello d'impegnare il re a prendere il carico d' indennizzare qoelli che si credessero lesi, alla qual cosa sua Maestà consentì di buon grado, e volendo manifestare nel modo più antentico che prendeva il canale sotto la sua protezione, si spiegò in questi termini parlando di Riquet nell'Editto pubblicato a questo riguardo nell'ottobre del 1666.

1083. « Acciò l'appaltatore possa prendere tutti i fondi e terre neces» sarie alla costruzione del canale e di tutti i rivi di derivazione, magaz» zini di riserva, sponde, argini, chiuse, le quali terre e fondi saranno » da noi pagati ai particolari proprietarj secoudo la stima che ne sarà » fatta dai periti, che saranno chiamati dai commissarj da noi deputati. » Del pari i signori feudatarj e giudicatore nelle cui giurisdizioni le dette » terre e beni saranno situati, saranno da noi indennizzati dei diritti di » giurisdizione e trasporto ed altri diritti signorili a loro appartenenti su le » dette terre e beni come pure di ogni altra entrata; il che facendo le » dette terre e beni saranno in perpetuo staccati dai loro feudi e giuri» sdizione per comporne un feudo; e a tale effetto colle presente abbiamo » creato ed eretto come si crea ed erige in pieno feudo con tutte le giu» stizie alte, medie e miste il detto canale di comunicazione senza niuna » eccezione o riserva, appartenente il detto feudo e le sue dipendenze im» mediatamente dalla nostra corona sotto la fede ed omaggio di un luigi » d'oro che sarà pagato ad ogni mutazione nelle mani del tesoriere del » nostro demanio nel siniscalcato di Carcossone ».

Vedesi da questo tratto singolare della bontà di questo grande monarca che credette non poter ricompensare di soverchio le fatiche e le spese che cagionava a Riquet un progetto così saggiamente diretto; sentì che era un giovare alla propria gloria, il dare un esempio memorabile dalla stima che faceva dei talenti di coloro che concorrevano al bene dello stato contribuendo all' aumento del commercio. Infatti non bisogna credere che le intraprese della natura di questa possono avere un fine avventuroso a meno che il sovrano non le faccia propric, incaricaudosi della totalità o della maggior parte della spesa.

Sua Maestà diede al cavaliere di Clairville, il più celebre ingegnere che allora fosse in Francia la direzione dei lavori che si dovevano fare per condurre il canale alla sua perfezione ed a Riquet la qualità di appaltatore generale. Dopo che questi ebbero fatto di concerto la perizia di un progetto così vasto, si mise ogni cosa in moto per la sua esecuzione, e la prima pietra fu posata il 29 luglio 1666 con grande solennità nel porto di Cette che doveva formare la testa di questo superbo canale od il suo sbocco nel mediterraneo, e nel mese di maggio 1681 la comunicazione dei

due mari fu interamente compiuta dopo 15 anni di lavoro; ma per una fatalità spesso comune agli autori delle grandi imprese, di non avere la soddisfazione di godere del loro soccesso, Riqoet fu privo di quella di vedere il primo esperimento del suo canale essendo morto nel 1680: questo vantaggio era riservato a Bonrepaus ed al conte di Caraman suoi degni figli, il primo presidente del parlamento di Tolosa, ed il secondo luogo tenente generale dell'armata del re, gran duca dell'ordine di S. Luigi.

Sarebbe estendersi troppo il voler dare una descrizione dettagliata del canale di Linguadoca, chiamato anche canale reale per l'immensità delle opere maravigliose che vi si vedono e che esigerebbero una estensione di discorso cui non mi consente la brevità in cui debbo contenere questo capitolo. Nondimeno farò in guisa di dirne a bastanza per farne concepire la magnificenza, specialmente se si ha sott'occhio la gran carta di questo canale edita dal geografo Nolin.

1084. Si divide questo canale in due parti principali partendo dal punto di divisione che è il luogo più elevato nelle vicinanze di Castelnaudari, una che discende dalla parte del mediterraneo per l'estensione di 96315 tese, ha la sua imboccatura nello stagno di Thau presso Agde per passare di là nel porto di Cette; e l'altra che comprende 29366 tese di longhezza, discende dallo stesso punto di divisione dalla parte dell'Oceano fino alla sua imboccatura nella Garonna sotto Tolosa; quindi fra le sue due imboccature questo canale comprende 125681 tese che sono leghe 50 e mezza di due mila cinquecento tese ognuna.

Dietro un'esattissima livellazione del terreno compreso fra le stesse imboccature, si trovò che il ponto di divisione era elevato cento tese sopra lo stagno di Thau a livello col mediterraneo e di 31 tese al di sopra dell'altezza media delle acqoe della Garonna, presa immediatamente sotto Tolosa. Si confermò che infatti il loogo che si era scelto sul punto di divisione per la distribuzione delle acque che dovevano alimentare il canale era il più elevato per una fontana che vi s'incontrò, e le cui acque essendo state divise una parte scorreva verso l'Oceano l'altra verso il mediterraneo.

1085. Acciò le navi mercantili potessero passare dal porto di Cette al punto di divisione, si sono fatte 74 chiaviche a conca di 8 piedi circa di caduta, e 26 altre chiuse per discendere dallo stesso punto nella Garonna che è navigabile da Tolosa fino alla sua imboccatura nell' Oceano quindi questo canale contiene 100 grandi chiuse. Nondimeno siccome nel tempo di siccità le acque di questo fiume divengono assai basse al di qua di Messac, pretendesi che sarebbe stato utilissimo prolungare questo canale fino a quel termine per rendere più facile la navigazione perocchè dopo la congiunzione del Than la Garonna non lascia nulla a desiderare fino al mare. Non si troverebbe nessun inconveniente ad eseguire tale prolungamento che non costerebbe se non un milione perocchè il terreno è unito e di buona qualità, e questa parte del canale tirerebbe le sue acque dalla Garonna istessa. Si trova anche a ridire sul tracciamento del canal reale perchè non si è fatto passare assai da vicino a Carcassona e Bezieres, come potevasi pel commercio di queste due città.

1086. Delle cento chiuse quelle che fanno il miglior effetto alla vista sono le otto conche accollate che si vedono presso Bezieres e che formano una cascata lunga 156 tese con 66 piedi di pendio divisa in otto

cadute, ciascuna alta 8 piedi e 3 pollici. Ma ciò che si ammira di più è il pezzo che si chiama la chiusa rotonda che è una conca circolare comune a tre braccia del canale con le loro chiuse particolari, corrispondenti alla stessa conca per facilitare il passaggio dei battelli dall'uno all'altro di questi rami, a qualunque altezza sieno le loro acque, come spiegheremo più particolarmente nel capitolo ottavo ove si riporteranno ad esempio i più bei pezzi di questo canale.

Siccome in un tragitto di ottanta leghe non si poteva a meno d'incontrare delle montagne che il canale doveva necessariamente attraversare si sono tagliate tutte, eccetto quella di Malpas che essendosi trovata molto elevata e composta di roccie, si è creduto partito meno dispendioso traforarla a volta per farvi passar sotto il canale per la lunghezza di 120 tese, con una banchina di quattro piedi dalla parte dell'attiraglio. Questo lavoro è una cosa prodigiosa e degna degli antichi romani.

1087. La larghezza media del canale è di 10 tese presa all'altezza del livello delle acque che hanno sei piedi di profondità e cinque tese di larghezza di letto. Al punto di divisione si è fatto un gran bacino di figura ottagona avente duecento tese di lunghezza per 150 di larghezza contenente sette piedi di profondità d'acqua e col suo perimetro rivestito di pietre da taglio. Questo bacino detto di Norouse riceveva altre volte come in deposito le acque del serbatojo di S. Ferriol, che sovveniva al consumo delle chiuse: ma questo bacino essendosi trovato insabbiato 20 anni dopo la sua costruzione il maresciallo di Vauban giudicò a proposito di non farlo più attraversare dai battelli perchè nelle burrasche avevano da soffrir troppo per le onde che ne rendevano pericoloso il passaggio, perciò invece di spazzare questo bacino ha preferito il costruire un pezzo di canale che lo circonda dalla parte del Sud dalla chiusa detta del *Medico* fino a quella di Montferrand, il cui intervallo che contiene una quantità di acque assai più grande di quella del bacino di Norouse serve ora di punto di divisione. Con questo mezzo la navigazione è divenuta più pronta per la soppressione delle due chiuse che il bacino di Norouse aveva alle sue estremità, il cui meccanismo faceva perdere puramente il tempo mentre esistevano anche le precedenti.

1088. Prima di Riquet, la principale difficoltà che avea fatto riguardare la congiunzione dei due mari come un progetto di successo molto incerto era quello di far passare dell'acqua a sufficienza pel punto di divisione per sovvenire ad una navigazione continua per una sì grande estensione com'è quella di 100 leghe ad onta delle perdite che si farebbero per le porte delle chiuse, le infiltrazioni, le evaporazioni, perocchè altrimenti il restante del progetto cadeva da sè. È quindi in questo che Riquet manifestò la superiorità del suo genio essendovi pervenuto in modo da non lasciar nulla d'incerto sopra un oggetto così importante, per mezzo del serbatojo di S. Feriol, la più grande opera e magnifica che siasi costrutta dai moderni.

Questo serbatojo è praticato in una valle ove scorre il fiume Laudot fra due montagne che si sono congiunte dalla parte più bassa con una forte diga lunga 374 tese per sostenere le acque per circa 130 arpenti di terra di superficie, e di 100 piedi d'altezza nella parte più profonda, che dà un milione di tese cubiche d'acqua. Esse sono raccolte da un rigagnolo

lungo sei leghe, chiamato rigagnolo della montagna, perocchè riceve ciò che forniscono molti altri fiumicelli e ruscelli che partono dalla montagna nera, e che d'altronde passa per un acquidotto lungo 60 tese sotto la montagna d'Escamaze, stata traforata a tale uopo.

Le acque di questo serbatojo, escono per grossi rubinetti di bronzo situati al fondo, cioè a 100 piedi sotto la loro superficie: vi si comunica con gallerie a vôlta, praticate nello spessore della diga. Queste acque si portano nell'antico letto del fiume Landot, che le conduce presso il luogo chiamato *Ponte di Croussel* sotto il Revel, ove sono ricevute, con quelle del piccolo fiume Sort nel rigagnolo chiamato *della pianura*, avente 8 leghe di lunghezza che le conduce fino nel bacino di Norouse, d'onde escono per isfioratori, onde restituirsi nel braccio di canale che fa ora il punto di divisione, dopo aver percorso più di 14 leghe di paese cominciando dalla Montagna Nera.

1089. Siccome nel tempo della costruzione del canale reale fu duopo attraversare un gran numero di fiumi e di ruscelli che si sono incontrati sul suo passaggio, non si trovò allora altro spediente che di farli entrare in esso e praticare degli sfioratori pel loro corso, onde conservar sempre le acque ad una profondità conveniente alla navigazione, e ben lungi dal riguardare queste acqne straniere come incomode, furono invece considerate come proprie a rimpiazzare qoelle che si dovrebbero perdere nelle evaporazioni. Dopo alcuni anni si riconobbe l'errore in cui si era caduti su tale riguardo, perocchè il limo ch'esse deponevano nel caoale ne ionalzava il fondo con taoto progresso che si aveva luogo a temere che non rimanesse navigabile più a lungo, il che sarebbe difatti avvenuto se il maresciallo di Vauban non avesse trovato il mezzo di separare le acque straniere da quelle che appartenevano al canale, onde non ne lasciar entrare se non la quantità e nel tempo che si volesse: al che pervenne con le contrafosse che fece scavare e gli acquidotti di murazione di cui diede i disegni. Se ne trovano 45 che sono di due specie, la prima ne contiene 6 che si chiamano ponti canali, e sono elevati con arcate sopra le quali passa il canale per lasciare ai fiumi che lo attraversano, la libertà di scorrere per di sotto. I più belli sono quelli di Repude, di Cesse, di Trebes e di Treboul; gli altri 39 componenti la seconda specie, e che sono fatti a sifone, passano da una controfossa all'altra sotto il letto del canale per lo scolo delle acqoe: si fecero in pari tempo delle picciole chiaviche per asciogare le parti del canale che fossero bisognose di riparazione. Fioalmente si può dire che il maresciallo di Vauban ebbe la gloria di dare a questo canale la perfezione in cui oggi si trova, canale che tutte le nazioni riguardano come al di sopra di tutto ciò che ha offerto l'architettura idraulica e che forma il ben essere di una delle più belle provincie di Francia, che vede passare pel suo seno e trasportare delle merci dall'uno all'altro mare, evitando il lungo giro delle coste di Spagna per lo stretto di Gibilterra, senza parlare della tratta delle derrate e dei vini che l'alta e bassa Linguadoca, si comunicano reciprocamente, nè del denaro che lasciano nel paese gli stranieri che percorrono qnesta via.

1090. Oltre questo canale ve ne sono diversi altri in Linguadoca che comunicano con le città vicine al mare; quello di Grave è navigabile fino a Mompellieri e comunica con le paludi e col mare pel fiume Lez; quello

di Lunel, abocca del pari 'ne' serbatoj; quello della Radelle, di Borgogna e di Silvestal, comunicano da Aiguemorte al Rodano, a serbatoi ed al mare. Il canale della Nouvelle attraversa i serbatoi dei Salici, della Palma, di Sigeau, dalle vicinanze di Perpignano fino a Narbona, da cui è continuato dal fiume Aude ad una lega dal grande canale. Quindi questi canali diversi facilitano la comunicazione dall' imboccatura del Rodano fino a Perpignano ed all' Oceano, senza che le merci corrano i rischi di mare.

1091. Di tutti i canali navigabili che si vedono in Francia, non ve n'ha veruno di cui sia stato in posizione di prendere conoscenza più esatta di quello che si è fatto in Picardia, per congiugnere i fiumi Somma ed Oisa, essendosi l'opera fatta sotto i miei occhi, mentre io risiedeva a La Fère, ove dimoravano pure gl' ingegneri che diressero questo canale. È anche avvenuto dopo la sua esecuzione che la compagnia che ne fece la spesa, e gli appaltatori, avendo avuto insieme delle grandi contestazioni pei loro interessi reciproci, mi scelsero per arbitro di comune consenso, con un compromesso fatto fra loro il 3 ottobre 1735, ove s' impegnarono di sottoporsi alla sentenza arbitrale che avrei pronunciata su questo, la quale poscia è stata omologata al Parlamento di Parigi per renderla irrevocabile. Siccome la compagnia avea valutato a 200,000 lire il rifacimento a cui voleva obbligare gli appaltatori, e questi dal loro canto esigevano 600,000 lire d' indennità per le spese cagionate dai casi impreveduti, alle quali non credevano di essere obbligati sul loro contratto, mi fu duopo, per mettermi in istato di dare ragione con cognizione di causa, entrare nei più scrupolosi dettagli della costruzione delle dighe, chiaviche, acquidotti, scaricatori e ponti; in una parola, di tutti i lavori di questo canale relativamente al progetto ed al contratto; il che mi diede occasione d' istruirmi a fondo, non solo di ciò che era stato eseguito bene o male, ma anche su ciò che si avrebbe dovuto fare per una maggior perfezione. Siccome dopo questo lavoro che mi ha occupato assai lungo tempo, ho composto i capitoli che seguono su la costruzione dei canali navigabili in generale, ove cito sovente quello di Picardia, mi è sembrato necessario il far menzione di queste particolarità che talvolta avrò luogo di richiamare.

1092. Se il progetto del canale di Picardia fosse eseguito interamente, che non si dovrebbe aspettare dall' immenso commercio che produrrebbe per mezzo del Passe-Debout per Parigi, senza pagare nessuna tassa, come piacque al Re di accordare col suo editto del settembre 1724, relativo al permesso di far questo canale? È facile giudicarne dal novero dei fiumi e canali che vi si unirebbero, e dall' enumerazione delle provincie vicine.

Il fiume Somma ha la sorgente al di sopra di S. Quintino, passa per tale città, poscia ad Ham, Peronne, Brai, Corbie, Amiens, Pequigni, Abbeville e San Valery, ov' entra in mare. Le provincie vicine a questo fiume sono il Ponthieu, il Vimeux, il Boulonois, il Paya Conquis, le Fiandre, l'Artois, il Cambresis e l' Hainault. Tutto il commercio di queste provincie si fa con diversi canali che corrispondono ai fiumi della Marque, de la Scarpe, della Lys, della Deuille e della Schelda che passa a Cambray, distante soltanto sette leghe da S. Quintino.

Il fiume Oisa la cui sorgente è in Thierache, passa per Guise, la Fère, Chauny, Noyon, Compiegne, ove riceve il fiume Aisne, Creil, Beaumont Pontoise, e si scarica nella Senna al di sopra di Conflans-Saint-Honorine.

Questi fiumi irrigano la Picardia, la Thierache, il Soassonese, una parte di Sciampagna e dell' Isola di Fraucia.

La Senua prendeudola al di sopra del luogo ove l'Oisa ad essa si congiugne, a cinque leghe da Parigi, riceve sotto Chareuton la Marna, e risaleudola ancora si trova a Moret il canale di Loing, che ne forma la comunicazione cou la Loira pei canali di Brisre e d' Orleans, ed a Montereau riceve pure il fiume Yonne.

Sono questi fiumi e questi canali che attraversano il Soassonese, l'Isola di Francia, il territorio di Parigi, la Sciampagna, la Brie, la Borgogna, l' Orleanese, l'Angiù, la Bretagna, il Berry, il Nivernois, il Borbonese, l' Alvergna, il Lionese, il Forez, la Provenza, il Delfiuato, e generalmente tutte le provincie che sono a portata della Senna, dell' Allier e del Rodano, non essendovi che 12 leghe da Lione a Roanne, ove succedono gl' imbarchi su la Loira, delle merci che vengono dalle summentovate provincie e dal Mediterraueo per essere trasportate a Parigi.

Vedesi aduuque che la congiunzione della Somma e dell' Oisa fa la comunicazione di questi fiumi, facilita il commercio di tutte le città al di sopra e al di sotto, e che per mezzo della navigazione che si può stabilire dall' imboccatura della Somma nel mare a S. Valery, fino a Parigi ed a Rouen, vi sarà una comunicazione comodissima tra il Mediterraneo e le Manica.

1093. Tutto il progetto diviso in due parti, la prima che è del tutto terminata, riguarda la comunicazione dell' Oisa presa a Chauny, cou la Somma risaleudola fino a S. Quintino, la seconda che resta a farsi e la cui spesa si valuta 2,500,000 lire, ha per iscopo il rendere navigabile questo fiume istesso con un canale che lo costeggierà dal villaggio di S. Simone, ov' è il punto di divisione fino ad Amiens, perchè da questa città è navigabile fino a S. Valery. Comincierò a spiegare ciò che appartiene alla prima di queste due parti, di cui sarà facile prendere cognizione, mediante la carta da noi riportata su la Tavola 43, lasciando giudicare quanto interessi la seconda con la lettura del bel progetto che ne fecero nel 1731, Charbise e Préfontaine, ingegneri del Re, unitamente ad Oubart e Baligant, ispettori dei lavori della prima parte, a cui tutti e quattro si sono applicati col successo che si ha luogo di attendere dalla loro capacità e lunga esperienza. Questo progetto, la cui lettura è delle più istruttive e che è accompagnato da una carta esattissima, è stato stampato nel 1732 a Parigi presso Pietro Simon.

1094. Dopo essersi accertati che le acque de' serbatoi che sono nelle vicinanze di S. Quintino, trovandosi riunite al serbatojo di Arthen presso S. Simone, ove fu stabilito il punto di divisione, sarebbero più che bastanti per alimentare queste due braccia del canale nel caso della più frequente navigazione che si potesse fare pei fiumi Somma ed Oisa, si fece una livellazione per giudicare del pendìo del terreno e si trovò che il punto di divisione sarebbe elevato 69 piedi circa sopra le acque medie dell' Oisa, presa al suo ingresso in Chauny, al di qua dell' antica sua chiusa, e che vi erano 100 piedi di declivio dallo stesso punto di divisione fino al livello delle acque della Somma presso Amiens.

Per istabilire la navigazione da S. Quintino fino al bacino triangolare presso S. Simone ove dovevano corrispondere le due braccia del canale, se

ne scavò un tronco di circa due leghe e mezza che costeggia la riva destra della Somma, di cui si sono sostenute le acque con una conca a chiusa di 9 piedi di caduta, situata fra il villaggio di Hapencourt e quello di Seraucoort, ove qoesto pezzo di canale rientra nella Somma, che si è resa navigabile fino ad Arthen, per la lunghezza di circa 900 tese, poscia si è continuato il canale per congiugnere il serbatoio precedente. Si è partiti di là pel ramo che va a congiugnere l' Oisa passando dapprima per le paludi di Cama, che si sono attraversate felicemente in un tempo di siccità, per mezzo di un rigagnolo per lo scolo delle acque. Da Cama il canale è stato condotto a traverso della montagna di Jussi, che si è trovata alta 47 piedi sopra la profondità che doveva avere in questa parte; ma per evitare la spesa che avrebbe prodotto una sì grande profondità di scavo per più di 1000 tese di lunghezza, e in pari tempo non profondarsi che il meno possibile nella palude precedente, si è trovato il mezzo di tenere il fondo del serbatojo di Arthen sei piedi più alto che non doveva essere naturalmente, e quindi di non aver da fare se non 40 piedi di profundità di scavo in tale montagna.

1095. Quest' espediente che è degno di rimarco, è stato immaginato tanto più felicemente in quanto che tutto il seno della montagna stessa si è trovato composto di pietra bianca molto dura che non si è manifestata se non dopo aver profondato di 4 piedi soltanto, perocchè prima di formare i preventivi ed i contratti non si era fatto scandaglio per giudicare della qualità del terreno. Ora siccome nello stesso contratto si diceva espressamente che la compagnia del canale compenserebbe agli appaltatori il maggior valore e le spese cagionate dai casi impreveduti, questi ultimi che avevano preso lo scavo ed il trasporto delle terre in ragione di lire 2, soldi 7 e 9 denari ogni tesa cubica, ed ai quali lo sterro della montagna costava circa 6 lire ogni tesa, non hanno mancato di far valere la clausola favorevole al loro contratto, reclamando 240,000 lire d'indennità pel quinto articolo dei loro 33 capi di domanda, articolo esagerato in vero, ma su cui non ho potuto a meno di accordare una somma modificata convenientemente nel giudizio arbitrale di cui ho parlato per conformarmi alle clausole di un contratto così male inteso per la compagnia e che aveva messo gli appaltatori in diritto di esigere sotto diversi pretesti le indennità più sragionevoli. Ciò mostra l'estrema importanza di riflettere maturamente su le conseguenze che potranno avere le condizioni di un contratto prima di stipularlo, poichè quello di cui parliamo avrebbe dato luogo ad una fonte inesauribile di liti, le quali avrebbero potuto ruinare i capi della compagnia e gli appaltatori, se per terminare prontamente non avessero presa la via dell'arbitrio che vedo di aver adempiuto giudiziosamente atteso il malcontento dimostrato prima dalle parti sopra ona sentenza che riduceva le domande rispettive al loro giusto valore, ma di cui sentirono poscia tutta l'equità.

1096. Il canale essendo stato spinto al di là della montagna di Iussy, sempre a livello col fondo del serbatojo di S. Simone, il restante del terreno dall'uscita di questa montagna fino alla sponda della prateria che è sotto il villaggio di Fargnier, si è trovato avere 48 piedi di pendìo, che si è diviso in tre parti saviamente distribuite, prolungando il canale fino alla sua congiunzione con quello che si scavava in pari tempo per comunicare dalla

Fére a Chauny, perocchè il fiume Oisa non è navigabile da una di queste città all'altra, ma soltanto da Chauny a Compiegne, e di là fino alla Senna.

Per la prima di queste parti di 10 piedi di caduta sarà fatta una conca in fronte al villaggio di Bray; la seconda di circa 16 piedi di caduta è stata divisa in altre due, una di 6 piedi e la seconda di 10, appartenenti insieme, a due conche accollate situate presso il villaggio di Vauyaux. La ragione che impedì il fare queste due cadute eguali, proviene dall'essersi praticato un acquidotto largo 4 piedi in opera e di 6 di altezza sotto la chiave, nello spessore del muro di caduta di 10 piedi, appartenente alla chiusa di mezzo per lo scolo delle acque della palude di Ferriere in quella di Liez, inferiore al precedente, e che aveva un rigagnolo per condurle nel serbatojo del mulino di Fargnier. Un vantaggio che non si deve trascurare quando si presenta naturalmente o quando si può produrre, è quello di far passare gli acquidotti di carico nella grossezza del muro di caduta delle chiuse, perocchè sono più comode e meno dispendiose di quelle che passano sotto il canale, specialmente quando il fondo di questi acquidotti è più basso di quello delle controfosse. In quanto ai 24 piedi restanti di declivio e che corrispondono al colle presso Fargnier, vi si sono fatte 3 magnifiche conche accollate, ciascuna di 8 piedi di caduta, per indi andare a raggiugnere il bacino triangolare da cui si passa a la Fere od a Chauny.

1097. Siccome si sono trovati 21 piedi di pendio dalla prima di queste città alla seconda, si è pure diviso in tre parti per avere altrettante cadute distribuite convenientemente secondo la disposizione del terreno onde non fare altro acavo che quello che occorreva indispensabilmente, il che richiede molta attenzione da parte degl'ingegneri, regolando le parti del progetto di un canale per non fare spese inutili. La prima di queste cadute, che è di 5 piedi corrisponde ad una conca situata a cento tese al di sotto del bacino precedente; la seconda di 9 piedi appartiene ad un'altra conca situata in fronte al villaggio di Condran, finalmente la terza caduta che è di 7 piedi, corrisponde ad una conca sitnata all'altezza della Capanna di Vouel: di là il canale va a cadere nell'Oisa al sobborgo di Chauny, ov'è nel punto di congiunzione un'antica ed ultima conca.

Passo sotto silenzio le contrafosse e acquidotti che si sono fatti in diversi luoghi di questo canale i punti di comunicazione delle parti del paese ch'esso divide, e non parlo neppure degli acquidotti, scaricatori e chiuse per l'ingresso e l'uscita delle acque dello stesso canale trovandosi tutte queste cose dettagliate nel capitolo IX.

1098. Il canale progettato nella Borgogna per congiungere la Saona coll'Ionne, e quindi il Rodano con la Senna, e che aprirebbe attraverso il regno, la comunicazione dell'Oceano col Mediterraneo, è stato per lungo tempo considerato come l'opera più vantaggiosa che potesse essere proposta pel bene dello stato. Infatti esso metterebbe in vigore il commercio interno del centro della Francia porterebbe abbondanza in tutte le diverse sue parti, aprirebbe un commercio facile da Parigi con la Franca-Contea, i cantoni Svizzeri, Ginevra, il Piemonte, la Savoja e l'Italia e farebbe sì che Parigi non potrebbe mai mancare di legnami per la facilità di trasportarvi quelli della Borgogna e della Franca Contea; i porti di Provenza, di Normandia e di Picardia comunicherebbero insieme per questa nuova strada, il che faciliterebbe agli stranieri il commercio con le scale di Levante: si potreb-

bero a poche spese trasportare nelle provincie che ne difettano, i cereali che si tirano dall'Affrica e dal mar Baltico. Le merci dell'Oceano e del Mediterraneo si diffonderebbero a poche spese in tutte le diverse provincie del regno senza provare i rischi del mare passando lo stretto di Gibilterra.

Questo progetto dopo essere stato rinnovato più volte dal principio del regno di Francesco I, ha occupato il pubblico più che mai in quest'ultimi tempi per l'attenzione che il ministero parve dare ad esso dall'anno 1720 fino al 1740. Dei varj pensieri presentati in questo rigoardo mi è sembrato che quello di Espinassi, gentiluomo di Provenza, abbia piaciuto di più.

In conseguenza il consiglio mandò due ingegneri coi commissarj deputati degli stati di Borgogna a verificare sui luoghi le piante ed i progetti di Espinassi. Questi commissarj, dopo aver esaminato ogni cosa fecero il loro rapporto e produssero il loro processo verbale al consiglio da cui fu constatata la possibilità, la facilità e la spesa di queste opere.

1099. Il canale dovea cominciare a S. Giovanni all'Aune su la Saona, attraversare Digione, Montbard, Tonnerre, S. Florentin e terminare il suo corso a Brinon su l'Armacon e di là gettarsi nella Ionne dopo un tragitto di 122563 tese, o circa 50 leghe. La facilità dell' esecuzione è stata assicurata dalla determinazione del punto di divisione a Pouilly ed Auxois, ove si condurranno dai luoghi superiori delle acque di sorgenti inesauribili e così abbondanti che lasciate sgorgare in tempo di mediocre siccità si sono trovate in caso di provedere di continuo al passaggio di 56 battelli ogni giorno ciascuno carichi di 1500 quintali di merci, dedotta quella che va in pura perdita per gli assorbimenti ed evaporazioni.

Si assicura che non vi è nessuna montagna da tagliare per tutta la via che deve percorrere il canale, che il terreno è buono dovunque, e tutti i materiali sono alla portata delle opere.

La spesa secondo il preventivo dell'autore confermato dagl'ingegneri inviati dal re a verificarlo ammonta a 10 milioni: si pretende che senza fare molta diligenza, non vi è battello che non possa venire in undici giorni per questo canale da Liono a Parigi, che le spese di trasporto non eccederebbero mai 100 soldi al quintale, e che il reddito annuo del canale, valutato al minimo, andrà almeno a due milioni.

1100. Nello stesso tempo comparvero altri progetti ancora tendenti allo stesso scopo; quello di Thomassin ingegnere ordinario del re che esaminò molto il paese per molti anni di seguito, è quello di congiugnere la Loira alla Saona pel serbatojo del Longpendu che prende per punto di divisione, pretendendo che questa comunicazione sia la sola possibile, e la più utile allo stato.

La situazione del serbatojo di Longpendu, egli dica con quella dei due fiumicelli Bourbince e Dehune che ne escono, sono felici produzioni della natura, che sembra prestarsi per procurare alla Borgogna il vantaggio della congiunzione dei due mari. Siccome si farebbe un grosso volume degli scritti che si pubblicarono a tale riguardo, come anche per riunire gli altri fiumi di Francia, non essendovi provincia in questo regno ove non si possano fare delle comunicazioni per acqua, non finirei punto se volessi riferire tutto ciò che si può dire di essi; perciò terminerò questo capitolo col canale fatto in Russia al principio di questo secolo.

Di tutti i monarchi che si curarono di facilitare ai loro sudditi i mezzi di arricchirsi col commercio, ve ne sono pochi che abbiano meritato più giustamente il titolo di grande al pari di Pietro I. imperatore delle Russie, la cui condotta è stata così piena di maraviglia che si potrebbe riguardare per favolosa se non si fosse manifestata ai nostri giorni e per così dire sotto i nostr'occhi.

I Russi formavano quasi un popolo separato dalle altre nazioni d'Europa pel poco legame che avevano coi loro vicini e non erano colpiti dalle cognizioni che innalzavano lo spirito, nè dalle arti che sono in fama presso le altre nazioni, quando verso la fine del secolo decimosettimo Pietro I, per diritto di nascita si trovò in possesso del trono di Russia in un' età che d'ordinario non si occupa che dei piaceri che sono proprj della giovinezza. Ma questo principe pieno delle più nobili idee, che non traeva se non dalla bontà dell'indole propria, formò senza consiglio e senza i soccorsi che potessero secondare le sue vedute, il vasto disegno di creare in certo modo ne'suoi stati un popolo nuovo, inspirandogli con la forza del suo esempio il genio per le scienze, per l'industria, pel commercio, l'amore della gloria che si acquista con le armi, mentre la politica de' suoi predecessori era stata quella di seguire massime affatto contrarie, fino ad impedire ai loro sudditi nati schiavi la libertà di viaggiare, per timore che illuminandosi di più vedessero il rigore del loro stato. Nondimeno i Russi non mancavano di penetrazione nè di quel genio naturale che non richiede che di essere sviluppato per divenir capace delle cose più grandi come l'esperienza fece vedere di poi.

Non intraprendo punto a qui riferire i tratti gloriosi coi quali questo principe giunse a dare al suo impero lo stato florido in cui l' ha lasciato e l'alta riputazione che acquistarono le sue armi. Per non allontanarmi dal mio soggetto basterà dire che dopo ch' egli ebbe viaggiato in Olanda, in Inghilterra, in Germania ed in Francia per istruirsi da sè nella disciplina militare, nell'arte di fortificare le piazze e di quanto riguarda il commercio, la marina, il governo dei popoli, ed avere a forza di beneficj determinato gran numero di uomini abili in ogni genere a passare al suo servigio, concepì ad imitazione di Luigi XIV il grande disegno di congiugnere i mari che circondavano i suoi stati, di cui non si può giudicare che dietro l'idea che daremo della loro situazione rapporto a quelli dalle altre potenze.

1102. La Russia è la parte la più orientale e vasta dall'Europa; la sua latitudine è dal 48° fino al 70°, e la sua longitudine si estende dal 40° fino al 70° che è l' estremità più orientale d' Europa; ma se vi si unisce la Siberia fino alle ultime scoperte, la sua estensione va fino al 270° di longitudine.

La parte di Russia che è in Europa è limitata al Settentrione dal mar glaciale e dalla Dwina che la separa dall'Asia, i suoi limiti al mezzodì sono la Tartaria, la Circassia ed il mar Caspio; essa è terminata all' Occidente dal Nieper e dalla Dwina, le sue altre frontiere sono la Polonia, la Svezia e la Norvegia; i suoi principali fiumi sono la Dwina che cade nel mar Bianco, il Don nel mar Nero, ed il Volga nel mar Caspio.

Lo Czar comprese che facendo comunicare questi fiumi e gli altri confluenti con canali congiugnerebbe tutti questi mari e riunirebbe in un

punto ciò che vi era di più separato. Dopo aver percorso da sè una parte del suo vasto paese e fatte fare livellazioni, scelti i luoghi ove dovevano essere scavati i canali, determinato il numero e la posizione delle chiuse, in una parola stabilito questo grande progetto, egli lo intraprese senza che nessun ostacolo potesse arrestarlo. Cominciò egli con la riunione del Volga col fiume Volkova, che si getta nel lago Ladoga il che conduce per Pietroburgo al mar Baltico. In questo modo si potrebbe comunicare per acqua a traverso di tutta la Russia e per un cammino di più di 800 leghe dal Baltico fino al mar Caspio, e nella Persia vi doveva essere un altro canale che avrebbe congiunto il Don alla Volga e per conseguenza il Mediterraneo col mar Caspio; l'intenzione dello Czar era che Pietroburgo per la favorevole sua posizione divenisse un deposito del mondo pel commercio, cioè un'altra Alessandria; il che sarebbe avvenuto se questo monarca, morto nel 1725 nella sola età di circa 53 anni, fosse vissuto più a lungo; ma ciò che abbiamo esposto basta per dare un grande esempio di tutto il bene che può fare un sovrano quando non si occupa che a render felici i suoi popoli.

1103. La direzione dei lavori di questo canale fu data dapprima ad un certo Breckell ingegnere tedesco, uomo ardito e confidente, che non temendo di nulla passò al servigio della Russia ove era tenuto come un genio, ma il fatto provò che non sapeva nulla d'architettura idraulica. Tracciò il canale più male che si poteva, e fondò la prima chiusa con sì poca avvedutezza che serrate appena le porte per sostenere le acque di una caduta esse fuggirono per disotto alla platea che non tardò ad essere portata via con le spalle; onde Breckell prese il partito di fuggire dalla Russia per scampare al castigo meritato di avere assunto un impegno maggiore delle proprie forze. Ciò dimostra quanto importi affidare la direzione di lavori di questa specie soltanto a persone di nota capacità ed esperienza.

Lo Czar che allora era in Inghilterra, informato di questo accidente scelse Giovanni Perry ingegnere inglese per capo dell'esecuzione di questo progetto, che il sovrano aveva grandemente a cuore, e che non poteva sceglier meglio, essendo quest'ingegnere tanto abile quanto inabile era il precedente. Ma tanto dovette soffrire dai ministri ed altri grandi dichiarati contro il canale sotto pretesto che non ci si riuscirebbe mai dopo ciò che era avvenuto alla chiusa di Breckel, che Perry sdegnato di vedersi intralciato da ogni parte prese il partito di tornarsene in Inghilterra dopo molti anni di lavoro mal compensato, per quanto dice il libro da lui pubblicato in tale occasione, ove si crede però che abbia esagerato.

Credo di dover aggiugnere che dando un'idea de' principali canali costrutti dai moderni, il mio disegno fu di farli servire d'introduzione a quanto doveva insegnare su la condotta da tenere per progettarne di nuovi ed autorizzare con esempj le massime che si troveranno nel capitolo settimo.

CAPO SESTO

COMPRENDENTE I PRINCIPALI ARTICOLI CHE LE COMPAGNIE IMPRESARIÈ DELL'ESECUZIONE DI UN CANALE, DEBBONO FAR INSERIRE NEL PRIVILEGIO CHE OTTERRANNO DAL SOVRANO.

1104. Le compagnie che si propongono d'intraprendere un canale di navigazione, non potendo eseguirlo senz' esserne autorizzate dal Sovrano, hanno un sì grande interesse a far comprendere nel loro privilegio tutto ciò che può esserle vantaggioso, che ho creduto non sarà loro discaro il dare una formola dell' istanza ove trovassero i principali articoli che possono essere in diritto di chiedere appoggiati alla citazione dei Decreti e Dichiarazioni dei Re nostri in simili casi, e delle quali ho fatto uno spoglio onde vi si possa ricorrere in caso di bisogno. Questo capitolo potrà almeno fornire delle idee a quelli che saranno incaricati di stendere una tale domanda, tanto più che dietro questo atto si spedisce il privilegio che si sarà in caso di sollecitare, e che per difetto di avervi inserito alcuni articoli potrebbe succedere di non essere più in tempo di rimediarvi.

Per aver veduto nel tempo della costruzione del Canale di Picardia tutta la conseguenza di alcune ommissioni fatte nel privilegio accordato a Marcy, ho conosciuto quanto importi il provedere a tutto ciò che può divenire litigioso e dar luogo a contestazioni che i commissarj nominati da Sua Maestà, per tener mano all'esecuzione dell' opera, non sono sempre in diritto di terminare.

Dopo che in un discorso preliminare si sarà esposto l'oggetto del canale proposto, i termini ove farà capo, i luoghi per cui deve passare, i motivi che possono dimostrarne l' utilità e l' importanza pel bene delle Province che ne saranno a portata, si passerà agli articoli di concessione, che si supplicherà il Re di voler accordare per favorire l' esecuzione dell' intrapresa esponendoli presso a poco nei termini seguenti:

Articolo I. Il signor .... supplica umilissimamente Sua Maestà a permettergli di far costruire un canale di comunicazione a sue spese del fiume .... a quello di .... cominciante a .... passante per .... fino a ... come pure per rendere navigabili i fiumi .... da .... fino a .... e di divertirne se fa duopo le acque che saranno dannose all'opera; inoltre di prendere a derivarne quelle che si giudicheranno necessarie per la navigazione del detto canale, e di farle passare e condurre pei luoghi più convenienti in conformità all'articolo 3.° dell'Editto del mese di settembre 1724 pel canale di Picardia, e di fermare i mulini indennizzandone i proprietari, a giudizio dei periti ed innanzi ai Commissarj nominati da Vostra Maestà.

II. Siccome per l' allineamento e condotta del detto canale sarà necessario passare per fondi appartenenti a comuni o particolari, gli sia permesso prendere il terreno di cui avrà bisogno a due pertiche di terra in larghezza tutto al lungo di ciascuna sponda del detto canale per cammino dell'alzaja dei detti battelli e le contrafosse indispensabili allo scolo delle acque esterne al canale; di demolire le case ed i mulini che si troveranno nel detto allineamento per la costruzione del canale, bacini, serbatoj ed acquidotti dipendenti, pagando il valore secondo la stima che ne sarà fatta innanzi ai Commissari nominati a tale effetto, onde farne il rimborso, secondo ciò che sarà fissato, regolato ed ordinato dai detti signori Commissari per esserne in seguito pagato il prezzo ai proprietari, i quali non potranno esigerlo che un anno dopo che ne sarà stata fatta la liquidazione, e per mezzo dei pagamenti che saranno eseguiti dal supplicante o suoi cointeressati ai detti proprietarj, il supplicante o suoi cointeressati rimangano debitamente quitanzati e scaricati da ogni indennizzo a riserva però di ciò che si troverà dovuto a' beneficiati per beni dipendenti dai loro beneficii, od a qualche comunità regolare o secolare, il cui capitale sarà impiegato in acquisto di altri fondi di simile natura, per far le veci di quelli che saranno stati occupati, o di pagarne ad essi gl' interessi, conforme al secondo articolo dell'editto di Vostra Maestà dato il mese di settembre 1724, pel canale di Picardia. Inoltre che il detto canale e sue dipendenze sieno sciolti dal vassallaggio, dalle imposte, e dalla giurisdizione dei signori, dai quali prenderà il terreno per cui deve passare, indennizzandoli se si darà il caso, secondo ciò che sarà regolato dai detti signori Commissarj.

III. In vista delle spese considerevoli alle quali il signor.... sarà costretto per l' esecuzione generale, supplica Sua Maestà di autorizzarlo a prendere le pietre, sabbia e terra da fare i mattoni ed altri materiali che si trovassero nel paese per la costruzione del canale indennizzando se occorre i proprietari sulla stima dei Commissari, di esentare da ogni diritto di pedaggio agli uffici di .... ed altri detti materiali, come pure i legnami che si proverà doversi impiegare nella costruzione delle chiuse, sponde, ponti, ecc. e di permettere al Signor .... di far entrare nel regno senza pagar nessuna tassa di dogana, la quantità di 40000 moggia di carbon fossile per la lavoratura dei ferri adoperati all'opera stessa, conformemente all'articolo 14.° dell'editto di settembre 1724, dato in favore del signor Marcy pel canale di Picardia.

IV. Sua Maestà permettendo al signor.... e cointeressati di far costruire il detto canale, il postulante la supplica di poter levare e percepire sui battelli, merci e derrate gli stessi diritti che si levano su gli altri canali del regno secondo la tariffa che sarà regolata dai commissarj nominati a tal uopo, acciò egli ed i suoi cointeressati possano godere ed usare del detto canale, feudi e diritti relativi a titolo di feudo nobile ed in piena proprietà incommutabile per dono perpetuo di sua Maestà, con la facoltà di trasportare il diritto a chi, è sotto quelle condizioni che gli piaceranno, senza che possa essere turbato sotto qualunque pretesto si sia; che il detto canale e sue dipendenze sieno immuni da ogni diritto di mutazione, feudo, allodio, supplimento, decime dei beni Ecclesiastici e laici comuni e comunità ed altre tasse e diritti qualunque, acciò la spesa della manutenzione del detto canale tenga bastantemente le veci di imposizione e di prezzo

di alienazione incommutabile, non ostante ogni editto, dichiarazione ed uso contrario gli stessi termini del secondo, terzo, quarto e quinto articolo delle lettere patenti in forma di editto reale dato il mese di novembre 1719 circa il nuovo canale di Loing. Inoltre di attribuire al supplicante o suoi cointeressati il diritto delle comunicazioni laterali nei luoghi in cui se ne sono stabilite nell'estensione della sua intrapresa, da essere da lui percepite negli stessi luoghi e sul piede che se ne gode al presente dai proprietarj degli stagni e passi, col carico d'indennizzare secondo ciò che sarà regolato dai signori Commissarj in conformità dell'articolo undecimo dell'editto di settembre 1724 pel canale di Picardia.

V. Che sua Maestà si degni di attribuire al signor .... e cointeressati pel canale e sue dipendenze, ogni giustizia alta, media e bassa, per cui possa stabilire un giudice, un luogotenente ed un procuratore fiscale, che tratti in prima istanza tutte le differenze che potranno insorgere tanto in materia civile, quanto criminale e mista, a cagione dei guasti e delitti che potrebbero essere commessi su le dette opere, e quelli che potrebbero avvenire circa la navigazione, affinchè i detti giudici possano giudicare in via sommaria, non ostante l' appello fino alla somma di 20 lire, e che le appellazioni della detta giudicatura sieno portate al parlamento di .... Che sua Maestà permetta al signor .... di stabilire il numero di guardie che giudicherà a proposito per la percezione dei diritti del canale e conservazione delle opere di sua dipendenza, come anche per mettere in esecuzione ogni ordine, mandato o sentenze ed altro relativo al detto canale.

VI. Il signor .... supplica Sua Maestà di poter godere in piena proprietà, come pure i suoi cointeressati in perpetuo, il diritto di pesca nel detto canale, senza che sotto qualunque pretesto sia obbligato a verun indennizzo verso i signori che avessero stagni o paludi nelle vicinanze del canale.

VII. Considerando l'importanza dell'intrapresa di detto canale, delle fatiche e cure del signor .... onde perfezionarlo, Sua Maestà si degnerà di esentare il detto canale al presente ed in avvenire da ogni pagamento o diritto qualunque sui battelli, e merci condotte da detto canale, tanto all'ingresso che all'uscita e in tutto il suo corso, conforme agli articoli 15 e 16 del suo editto del mese di Novembre 1719 in favore del nuovo canale di Loing, ma soltanto i diritti di tariffa che saranno esatti a nome del supplicante ed aventi causa.

VIII. Che non sia accordato il permesso di costruire nessun altro canale in pregiudizio di questo; e a tale effetto Sua Maestà si compiaccia di rivocare ogni privilegio, lettere, patenti, decreti o dichiarazioni accordate per parte sua anteriormente o dai Re suoi predecessori, in quanto non abbiano avuto effetto.

IX. Essendo necessario per la facilità del commercio di avere una barca corriera che vada da .... a .... e da .... a .... regolarmente più volte per settimana per trasporto di merci e di viaggiatori, il signor .... chiede a Sua Maestà il privilegio esclusivo a perpetuità per sè e suoi cointeressati di stabilire a suo profitto le dette barche, non ostante ogni altro privilegio anticamente accordato nei canali progettati che non ebbero luogo in questa parte come naturale dipendenza del canale ch'ei si propone di fare.

X. Piaccia pure a Sua Maestà di prendere sotto la sua protezione le

dette barche, navi mercantili ed altre che navigheranno pel canale, come pure le merci non proibite, le quali non potranno essere sequestrate per qualsivoglia causa o pretesto, senza che i detti bastimenti si possano esimere dal pagare i diritti attribuiti dalla tariffa del canale, sotto pretesto di trasportare materiali pel servigio di Sua Maestà, come legno, ferro, calce, gesso, carbone ecc., che gli appaltatori volessero trafugare.

XI. Inoltre il signor .... supplica Sua Maestà a permettergli di associare al privilegio di eseguire il canale quelle persone che vorrà e di prendere a prestito le somme necessarie a misura che saranno impiegati i fondi al progresso delle opere. Di potere a tal effetto ipotecare il canale, impegnarne i fondi e le entrate, e quelle dei miglioramenti fatti nelle sue dipendenze per procurarsi i mezzi di adempiere il suo progetto come ha accordato al marchese d'Oppede e socj, con le lettere patenti del 4 marzo 1718, per un canale d'irrigazione proposto in Provenza, poichè soltanto dando tali assicurazioni potrà avere del credito.

XII. Sua Maestà ed i Re suoi predecessori avendo accordato dei privilegi più vantaggiosi a quelli che intrapresero ad asciugare le paludi, il signor .... spera che le vorrà trattare con egual favore pel disseccamento che si propone di fare sotto la sua autorità, come conseguenza dei lavori del canale che passerà ne' luoghi paludosi, prodotti da un difetto di scolo delle acque sorgive e pluviali, che hanno in ogni tempo recato danno notabile agli abitanti del territorio di ....

XIII. Se sul conto che sarà reso a Sua Maestà dai signori Commissarj chiamati per l'esame dei fatti su menzionati, essa giudichi a proposito ordinare il disseccamento delle paludi e stagni vicine al canale, come pur quello dei territorj di .... il signor .... la supplica umilmente di accordargli il privilegio esclusivo a termini portati dai decreti e di dichiarazioni fatti in Novembre 1599, in gennajo 1607, in ottobre 1613, in luglio 1618, in aprile 1639, in maggio 1641, in luglio 1643, in marzo 1644, in giugno ed agosto 1645, principalmente alle clausole e condizioni di quelli dati nel mese di Dicembre 1701 e Gennajo 1702, in favore del maresciallo di Noailles pel disseccamento degli stagni, paludi e marassi della Bassa Linguadoca; non ostante qualunque altro privilegio accordato prima per lo stesso fine nei territorj di.... che non ebbero luogo: non ostante pure qualunque opposizione per parte di quelli che a giudizio dei Commissarj non fossero fondate con valide ragioni e sufficienti, affinchè il signor .... e suoi consocii non possano essere sturbati nè inquietati nella detta intrapresa come anche nel godimento della metà del terreno che sarà caduto in divisione dopo il perfetto diseccamento a termine delle ordinanze, decreti e dichiarazioni sopra menzionati, a meno che i Comuni ed i proprietari particolari non amino meglio pagare al Signore suddetto ed a' suoi socj in forma di indennizzo, 40 soldi all'anno per ogni .... conformemente all'articolo 5.° dell'editto suddetto, dato il mese di settembre del 1724 pel canale di Picardia.

XIV. Il signor .... supplica inoltre Sua Maestà a permettergli come pure ai suoi consocii di far passare direttamente per le città di .... senza pagar nessuna tassa, i vini e le acquevite da essere condotte pel canale e pei fiumi .... e scaricarle a .... ed in altri luoghi delle generalità di .... volendo in ciò soltanto derogare agli editti ed ordini contrarj, sottoponendosi il supplicante e suoi consocii alle formalità prescritte per

gli acquisti o cauzione ed altre precauzioni menzionate negli ordini stessi, conforme all' articolo 15 dell' Editto di settembre 1724 relativo al canale di Picardia.

Ecco in generale i principali articoli delle domande che mi è sembrato necessario di comprendere nell' istanza in discorso. Lascio agli interessati il modificarla come crederanno conveniente, e di aggiugnervi altre domande che le circostanze suggeriranno loro dopo aver maturamente riflettuto su tutti i casi presenti ed avvenire.

Supponendo il privilegio ottenuto ed omologato al Parlamento nella cui giurisdizione si troverà il canale, e che il proprietario lo abbia ceduto ad altra persona alle condizioni fra loro convenute, fa duopo che quegli in cui favore sarà fatta la cessione, la faccia omologare con un decreto del consiglio di stato che lo riconosca, come pure i suoi socj se ne ha, in qualità di nuovo proprietario dello stesso canale ed inserirvi tutto quanto occorrerà per loro sicurezza e pei cointeressati.

Devesi inoltre supplicare Sua Maestà di volere con un decreto del suo Consiglio nominare i commissari per l'esecuzione de' suoi ordini, circa le opere da farsi per la costruzione del canale, affinchè possano istruire e giudicare in ultima istanza su tutte le difficoltà e contestazioni che si presenteranno, tanto per la costruzione del canale, stabilimento dei diritti, quanto per la liquidazione delle indennità pretese dai proprietarj dei beni compresi nelle opere del detto canale, dietro la stima dei periti che saranno nominati dalle parti ovvero d'ufficio dai detti signori Commissarj.

Finalmente bisognerà pure far nominare con un altro decreto gl' ingegneri che la Compagnia presenterà a Sua Maestà in qualità di direttori in capo, in secondo, ecc. per condurre e far eseguire tutte le opere del canale fino al loro totale perfezionamento, come si è fatto pel decreto del Consiglio del mese di Dicembre 1727, circa il canale di Picardia.

CAPO SETTIMO

IN CUI SI ESPONGONO LE MASSIME PRINCIPALI CHE SI DEBBONO SEGUIRE PER FORMARE I PROGETTI DEI CANALI DI NAVIGAZIONE, CON CIÒ CHE APPARTIENE ALL'ESECUZIONE DI ESSI.

Per non confondere ciò che appartiene ai progetti dei canali di navigazione con ciò che riguarda alla loro esecuzione, si è diviso questo capitolo in due sezioni. Nella prima si danno le massime principali che bisogna avere in vista per determinare la traccia relativamente al miglior partito che si può prendere onde assicurarne il successo. Nella seconda si prescrivono quelle che bisogna seguire scavandoli onde lavorare solidamente e con economia: dalle quali cose si potranno dedurre i principali articoli del progetto che servirà a regolare la condotta dell' opera, aggiugnendovi ciò che si è detto nei due seguenti capitoli su la costruzione delle chiuse, conche, ponti, acquidotti di ogni specie, scaricatori e per conseguenza tutto ciò che si riferisce alla muratura ed alla carpenteria.

Sezione I.

Massime relative ai progetti dei canali.

1105. La scelta del terreno per cui deve passare un canale per giugnere da un termine ad un altro è di una estrema importanza poichè da questa scelta dipendono l'economia e la solidità dell'opera. Nei canali non è come nelle grandi vie che convien dirigere in linea retta per quanto è possibile; qui vi sono degl'inconvenienti che bisogna prevedere per guarentirsene, e vi si giugnerà con esame esattissimo della situazione del paese in tutti i luoghi per dove può essere condotto il canale, senza risparmiare le livellazioni che ne possono dare una conoscenza perfetta e gli scandagli ripetuti frequentemente per giudicare della qualità del terreno su la profondità a cui si dovrà scavare, ond' evitare, se si può, i luoghi paludosi e i banchi di pietra di troppo ampia estensione, lo scavo dei quali porterebbe una spesa eccessiva. Non bisogna neppur trascurare le altre osservazioni che possono mettere in istato di paragonare i vantaggi e gli svantaggi di cui sono suscettibili le diverse vie che si possono seguire, onde determinarsi per la più favorevole.

Se la via fissata del canale dovesse attraversare una o più montagne che non fossero abbastanza elevate per traforarle, bisognerebbe esaminare più da vicino se si avesse il mezzo di contornarle. Per non determinarsi troppo leggermente fa duopo prima di constatare il progetto generale, di fare dei pezzi di mappe particolari relative a memorie, comprendenti la stima della spesa che potrà costare questa parte del canale in tale o in tal altro modo fatta, aggiugnervi delle riflessioni giudiziose su ciò che può meritare la preferenza, non solo riguardo all'economia dei fondi, ma principalmente alle conseguenze che potranno aver le cose dopo l' esecuzione e non perdendo di vista le circostanze che bisogna considerare, per l' avvenire.

1106. Bisogna star bene in guardia che evitando di attraversare una montagna o tagliandola o formandola per passarvi sotto come si è fatto di quella di Malpas, art. 1086, non si cada in inconvenienti assai più grandi volendo costeggiarla. I due essenziali sono, il primo quello di esporre una parte del canale ad essere del tutta ruinata dall'abbondanza delle acque che nascono repentinamente dalla riunione delle piogge procellose o dallo squagliamento delle nevi che cadessero sul monte, capaci di portar via la diga adjacente e di cagionare un danno tanto più funesto in quanto vi sarebbe esposto di frequente. È vero che sembra potersi guarentire con una controfossa avente varj acquidotti di scarico fatti a dovere; ma se la montagna è ripida, arida, con un pendio molto esteso, le acque raccogliendovisi con maggior prontezza di quella onde scoleranno, potrebbe succedere che la controfossa non fosse grande abbastanza da riceverle, e che ciò nondimeno sorpassino le dighe invadendo il canale, che sarebbe in poco tempo ostruito dal fango che trascinano seco.

Il secondo inconveniente che merita ancor maggiore considerazione sarebbe quello di far passare un canale lungo la costa di un monte, che avesse molto pendio per l'impossibilità di stabilirlo solidamente, e così le chiuse, acquidotti, scaricatoj, ecc. fondarle su terre riportate prese dalla escavazione della montagna e gettate dall'altra parte per appianare il terreno.

È vero che ciò si è praticato in alcuni luoghi soltanto ov' era poco pendio; altrimenti come un canale sempre pieno d' acqua e che umetterebbe incessantemente delle terre di nuovo rimesse, potrebbe sostenersi? D'altronde qual prodigiosa quantità d'acqua non bisognerebbe aver in serbo per supplire a quella che si perderebbe per le fitrazioni? E si potrebbe contare su chiuse la maggior parte delle quali sarebbe fondata in un terreno riportato? Che se si volesse fare uno sterro bastantemente largo nel pendio di una montagna per collocare tutta la lungbezza del canale sopra un terreno solido, in quale prodigiosa spesa si cadrebbe senz' essere certi del successo, poichè non si avrebbero meno da temere le conseguenze del primo inconveniente.

1107. Sarebbe egualmente pericoloso far passare un canale in un vallone rinserrato da montagne, perchè si esporrebbe alla corrente delle acque che vi si ammetterebbero e che produrrebbero torrenti capaci di grandi disordini se la valle avesse molta pendenza. Rinserrato come lo supponiamo si sarebbe forse obbligati in molti luoghi a stabilire il canale su terre riportate ed anche stabilire delle contrafosse sopra il livello delle sue acque; il che renderebbe l' opera così viziosa in ogni maniera che non si potrebbe

guarentire dagli accidenti che ne sarebbero inseparabili. Quando si vuol far passare un canale in luoghi più bassi che non deve essere il fondo bisogna necessariamente rialzare il terreno per giugnere al livello, e far queste parti in aria, il che è un difetto da evitare quant'è possibile, perocchè succedono sempre grandi inconvenienti come ho osservato nel canale di Picardia; perciò bisogna tentare che le acque del canale sieno dovunque incassate nel terreno fermo e non lasciarsi sedurre da una male intesa economia. Infatti succede talvolta che volendo evitare uno scavamento troppo grande, si cade in una spesa ancor più forte pel trasporto delle terre che bisogna cercare da lontano; quindi non si esamina mai troppo qual deve essere il partito che si dovrà seguire per l'utile della cosa. Che se bisognasse di forza far passare il canale sopra un terreno riportato, bisognerà almeno non trascurar nulla per costruire questi luoghi colla maggiore accuratezza possibile, innalzare nello spessore delle dighe un rivestimento di terra compatta grosso 4 o 5 piedi fondato più basso che si potrà nel terreno fermo, ed innalzarlo un piede sopra il livello delle acque più alte: si farà lo stesso per tutte le dighe composte di terra spugnosa, come quella che si trova nelle paludi, e della quale faremo più particolarmente menzione.

1108. Nello stesso tempo che non si trascurerà nulla per preservare il canale da ogni accidente bisogna fare anche in guisa di rendere il tragitto più breve che sia possibile, onde risparmiare spesa ed abbreviare il tempo della navigazione. Nella buona scelta del cammino che si farà tenere ad esso, conciliando tutte le circostanze favorevoli o contrarie, l'ingegnere può manifestare la rettitudine del suo giudicio; ma non si giugne ad adempiere un principio così importante se non con un lungo studio della situazione del terreno considerato in generale e nel dettaglio delle sue parti. Per non constatar nulla se non dietro maturo esame, fa d'uopo che molte persone dell'arte lavorino ciascuna separatamente coi loro ajutanti a fare il progetto della via del canale, perchè ciò che è fuggito agli uni potrà forse vedersi dagli altri.

Bisogna quindi che si comunichino le loro osservazioni in presenza di uomini abili e capaci di decidere nei casi di contestazione; con ciò potrassi evitare le conseguenze funeste che cagiona di spesso la prevenzione per la propria opinione, e si scoprirà se ci sono motivi importanti in favore di qualche particolare che volessesi distogliere dal far passare il canale su le loro terre: siccome vi sono pochi canali esenti da imperfezioni, non si andrà mai troppo cauti per non cadere negli stessi difetti.

Frattanto bisogna evitare quanto si può che il canale attraversi stagni e paludi, per la difficoltà di scavarlo e di formarvi delle dighe solide per le alzaje, ed è il caso in cui non bisogna esitare a fargli fare qualche giro un po' vizioso per costeggiare le rive, ma se si fosse costretti ad un allontanamento troppo grande, bisognerà vedere quali sono le misure da prendersi per asciugare queste paludi prima di lavorare al canale conforme alla istruzione della sezione seguente.

1109. Quando si vogliono congiugnere due fiumi con un canale che deve attraversare un paese di pianura, ed uno dei fiumi si trova superiore all'altro, come avviene d'ordinario, essendo cosa rarissima che si trovino a livello, non si è punto in pena per avere dell'acqua a sufficienza da sostituire quella che dispenseranno le chiaviche perchè è presumibile che il fiume

superiore ne forniaca abbastanza. Per approfittare di questo vantaggio che è di grande entità, non si esita punto ad approfondare tanto come conviene i dintorni del paese più eminenti se non si sono potuti evitare per sostenersi presso a poco allo stesso piano dell' orizzonte, perchè queste eminenze non inducano in una spesa troppo forte. Così abbiam detto che si era fatto pel canale di Picardia per congiugnere i fiumi Somma ed Oisa il primo de'quali è più alto 69 piedi del secondo.

Se al contrario avviene che il paese che separa due fiumi o due mari si trovi, come nel canal reale di Linguadoca, assai più elevato di ciascuno di essi presi nel luogo ove si vogliono congiugnere, bisogna allora necessariamente che il canale, invece di discender sempre da una estremità all'altra con cadute formate dalle chiuse, abbia il suo punto di divisione fra le stesse estremità e che il restante sia diviso su due parti, ciascuna discendente a cascate verso il termine a cui è diretta.

Adunque quando si vuol formare il progetto di un canale che si trova nel caso precedente bisogna 1.° cercare la posizione più favorevole del punto di divisione; 2.° che sia inferiore a tutti i luoghi da cui si potranno dedurre acque di sorgenti, di fiumi e ruscelli che saranno più a portata di esservi condotte con rigagnoli; 3.° che queste acque sieno chiare ed abbondanti per somministrarne in tutto il corso dell'anno, specialmente nei tempi della siccità, non solo per una navigazione proporzionata al commercio che si ha fondamento di aspettarsi dal canale progettato, ma anche a tutto il consumo che procederà per parte delle infiltrazioni, evaporazioni e perdite pei portoni delle conche, che non sono mai perfettamente stagnati quali pur siensi le precauzioni che si adoprano nel costruirli; 4.° per maggior sicurezza bisogna anche avere una metà od un terzo di queste acque oltre la stima che si sarà fatta del consumo totale, poichè il successo del canale dipende dall'abbondanza di esse.

Indipendentemente dalle acque che si tireranno dal punto di divisione non bisogna trascurar quelle che si potrebbero introdurre nel canale dai piccoli fiumi e ruscelli, che s'incontreranno per via quando il livello del loro letto si accorderà con quello del canale: esse saranno tanto più vantaggiose ad alimentarlo quanto più corrisponderanno alle maggiori elevazioni. È vero che le chiuse della sommità non se ne risentiranno perchè il solo punto di divisione può mantenerle, ma contribuiranno ad alimentare quelle di sotto. Che se queste acque ricevute in tal modo ad intervalli sono più abbondanti di quello che esige il consumo, non se ne conserverà che la parte necessaria e si lascierà scaricare il superfluo da scaricatori aperti nei luoghi più convenienti; ma si è veduto all'articolo 1089, quanto importi il non ricevere che acque di sorgente non soggette a divenir torbide, e giammai le acque della pioggia e dello scioglimento delle nevi, le quali non si raccoglierebbero se non cariche di limo, che colmerebbe ben presto il canale, e perciò non bisogna ammetterle se non nel caso di una necessità indispensabile.

1110. Per navigare sopra un canale come quello di cui parliamo ove fa d'uopo che i battelli salgano e discendano, credesi d'ordinario che il consumo di ciascuno si limiti a quello delle due chiuse d'ingresso e d'uscita, il che non è vero se non nel caso in cui le conche sieno sempre cariche; mentre se per sollevare i portoni non si vuole che

le conche sieno sempre piene di acque, il consumo sarà assai più considerevole per la salita che per la discesa. Infatti la stessa chiusa basterà per far discendere un battello per più cadute di seguito, o separate se le conche sono di pari grandezza, perocchè vuotando la superiore si empie l'inferiore e invece non si può far passare l'acqua della conca inferiore successivamente nelle superiori se non si riempiono per farvi salire i battelli, e ciò sempre a spese del punto di divisione; perciò bisogna necessariamente aver riguardo a queste circostanze nella stima che si farà del consumo delle acque.

1111. Riguardo alle evaporazioni si è riconosciuto dalle sperienze fatte con molta accuratezza, che giungono a circa 32 pollici di diminuzione d'altezza d'acqua ogni anno: su la qual cosa devesi osservare che le più considerabili avvengono dal principio di aprile alla fine di settembre e le minori negli altri sei mesi seguenti, il che è naturalissimo. In quanto alle perdite per le infiltrazioni, non è possibile valutarle esattamente poichè, dipendono dalla natura del terreno in cui saranno situati i serbatoj del punto di divisione ed il canale stesso, perciò bisogna esaminare scrupolosamente se conterrà l'acqua, e ciò che si potrà fare se essendo arido e spugnoso, venisse a perderle di continuo. Ve ne sono di quelli che ben imbevuti una volta tengono in seguito senza diminuzione sensibile, e invece se ne trovano altri in cui si perde di continuo, qualunque precauzione si prenda di batterle per costiparne i pori. Il solo spediente che rimane quando ciò non s'incontra che in luoghi non molto estesi, è di farvi un rivestimento di argilla: altrimenti se ciò non si facesse sarebbero insormontabili le spese necessarie e costringerebbero a cangiare disegno. Questo esame è dell'estrema importanza, e perciò non vi si attenderà mai abbastanza, come anche la variazione delle acque di cui si propone di disporre; per giugnervi bisogna recarsi di spesso sui luoghi per giudicare del loro stato nelle diverse stagioni dell'anno, raccogliere dalla gente del paese tutte le cognizioni che l'esperienza avrà loro somministrato, senza giudicare precipitosamente come avviene di troppo alla maggior parte di coloro che formano progetti di canali.

1112. Non bisogna calcolare sul prodotto delle sorgenti se non in quanto si sarà osservato sin dove può giugnere la loro alterazione; si è riconosciuto con un gran numero di esperienze, che se passano due mesi senza che piova la maggior parte diminuisce della metà, che dopo quattro mesi di siccità la loro diminuzione è di tre quarti, ed anche molte si asciugano e non ritornano al primitivo loro stato, se non qualche tempo dopo le piogge abbondanti. Perciò se avvenisse che nel paese vi fosse un fiume abbastanza elevato, da cui si potessero derivare le acque per alimentare il canale in ogni tempo, bisognerebbe senza esitare dargli la preferenza su tutti gli altri mezzi meno sicuri senza lasciarsi spaventare dalla distanza in cui fosse dal punto di divisione, poichè si sarà indennizzati della spesa coll'aumento di reddito che darà la navigazione.

Se mancasse tale vantaggio bisognerebbe far in guisa di supplirvi con stagni e raccolte di tutte le acque delle fontane e ruscelli che si potranno riunire mediante varii rigagnoli che divengono altrettanti rami dei principali che metteranno capo al punto di divisione. In un paese montuoso ove fossero molte sorgenti e ruscelli, se le montagne formassero delle cavità atte a servire di ricettacolo alle acque sostenendole con forti dighe, e che

se ne potesse raccogliere una grande quantità, bisognerebbe farvi de'serbatoj provisorj per ricorrere ad essi nei tempi di siccità, in difetto di quelli destinati alla dispensa ordinaria del canale.

1113. Siccome fa d'uopo che la velocità dell'acqua, che si condurrà da lungi, sia proporzionata al cammino che dovrà fare per giugnere al serbatojo di distribuzione in un determinato tempo, non si può dare ai rigagnoli che saranno presso a poco in linea retta, meno di 6 pollici di pendio ogni cento tese, che si aumenteranno di uno o due pollici per lo stesso intervallo quando i rigagnoli avranno molte sinuosità. Sulla qual cosa giova sapere che quando avevano 8 in 9 pollici di pendio ogni 100 tese, si è conosciuto nel canale di Linguadoca, che l'acqua percorreva circa 1000 tese ogni ora; alla qual cosa bisogna osservar bene scegliendo la posizione dei serbatoj ove si uniranno le acque, acciò il fondo di esso non sia troppo basso riguardo al punto di divisione.

Supponendo che si possano disporre le cose nel modo più favorevole, occorrerà del pari dare al bacino di distribuzione la maggior estensione che sarà possibile, affinchè, contenendo un più gran volume di acqua, il consumo che se ne farà pel passaggio di un certo numero di battelli sia sostituito prontamente da quella che verrà da lungi, acciò non provi mai una diminuzione troppo sensibile.

Siccome molti canali mancano di acqua in certi tempi dell'anno e non producono che una langnida navigazione, il loro esempio deve rendere estremamente circospetti su tutto ciò che appartiene al punto di divisione; nè bisogna fondarsi troppo su quella che si potrà raccogliere dalle piogge e dalla fusione delle nevi, delle quali si sentirà il poco vantaggio dietro le osservazioni seguenti.

1114. Colbert, sotto intendente delle fabbriche del re, volendo trar profitto delle acque piovane cadenti su le pianure di Satori, di Saclè, di Trappe, d'Arcy, ecc. che hanno almeno sei leghe quadrate di superficie, vi fece fare un numero infinito di rigagnoli, onde raccoglierle in molti grandi stagni o serbatoj, e di là condurle a Versailles pel gioco delle acque del parco; ma terminati tutti questi grandi lavori fu molto sorpreso al vedere che ne giugneva, una quantità assai minore di quella su cui aveva calcolato; il che diede luogo alla macchina di Marly per tirarne dalla Senna, ed all'acquidotto di Maintenon che ne conduce dal fiume Euro; eppure che non si doveva attendere da quelle che riceveva uno spazio di sei leghe quadrate moltiplicato per 18 pollici di altezza d'acqua che le pioggie danno ordinariamente nell'anno comune, cioè 942,000 tese cubiche, che secondo la stima si erano credute dapprima bastanti alla loro destinazione.

1115. Quando si vuol derivare una parte delle acque di un fiume per formare un canale navigabile bisogna vedere mediante una livellazione se il luogo ove deve sboccare è inferiore a quello ove si propone di far l'incise; che se ciò non fosse, bisognerebbe risalire il fiume fino all' altezza di cui avrassi bisogno. Se esso avesse poco declivio, e si dovesse andar molto da lungi per acquistare la pendenza richiesta, bisogna vedere se attraversandolo con una chiusa si potrà farla gonfiare a sufficiente altezza; ma non bisogna prendere questo partito se non dopo aver esaminato bene che non ne risultino gravi inconvenienti. Per esempio se nel tempo delle escrescenze le acque strariperanno nel paese, e se

nel luogo di questa chiusa si potrà fare una conca per non interrompere il corso alla navigazione se il fiume ne è suscettibile. Il meglio sarebbe quello di trar profitto da un ponte di pietra se ve ne fosse uno alla portata, o di costruirne uno espressamente, se il bisogno del paese lo esige, onde praticarvi delle chiuse per sostenere le acque e abbandonarle quando si vorrà, del che daremo in seguito un esempio.

Non occorre maggior circospezione per la scelta del luogo in cui situare l'imboccatura del canale per tema che nelle grandi escrescenze le acque passino con sovverchia abbondanza e irrompano in modo da abbandonare l'antico letto, come abbiam detto nell'articolo 707, essere avvenuto al Rodano nel 1711.

1116. Per impedire questo male bisogna fare all'imboccatura una chiavica a conca per sostenere le acque del fiume e in pari tempo facilitare il passaggio dei battelli a qualunque altezza sieno queste acque; si collocherà questa imboccatura in un luogo ove si abbiano a temere minori inconvenienti dagl'interrimenti o correnti contrarie all'entrare ed uscire dei battelli.

Se le acque del fiume divenissero molto torbide nel tempo delle escrescenze, e si dovesse temere che in seguito il loro limo ostruisse il canale, bisognerà vedere se oltrecciò si potesse fare un grande serbatojo con una chiavica a paratoje, affinchè le acque dimorando in tale serbatojo si purifichino prima di farle passare nella conca per mezzo di un altro condotto. Con questo mezzo il canale non riceverà mai se non acque chiare e non si avrà che da espurgare il serbatojo quando occorrerà senza che la navigazione sia interrotta; perocchè si potranno scegliere i tempi di siccità nei quali le acque dei fiumi sono d'ordinario esenti dai difetti che si vogliono evitare.

Se non si trattasse che di un semplice rigagnolo per derivare delle acque destinate ad alimentare il punto di divisione di un canale distante dal fiume, si potrà per mezzo di una chiusa a paratoje, la cui platea sia collocata secondo le acque più basse, non trarne se non la quantità che vorrassi, e quando si vorrà; allora si potrà dar loro il pendio che potrà offrire il terreno, facendo in guisa che non ricevano per via quelle delle valanghe che potrebbero intorbidarle.

Aggiugnerò che quando il terreno non ha che poco pendio, bisogna dare ai rigagnoli la maggior profondità che potrassi facendoli meno larghi, affinchè le acque avendo maggior pressione acquistino velocità; senza calcolare che perderanno meno per parte delle evaporazioni, e che il loro letto sarà meno soggetto a rialzarsi.

1117. Dopo aver determinato il cammino che si sarà trovato conveniente di far seguire al canale avuto riguardo a tutte le considerazioni precedenti bisognerà farne una carta particolare sopra una scala grande, per poter marcare tutti gli oggetti che avranno rapporto all'impresa onde farne una mappa, ove sia distinta la misurazione del terreno che si sarà costretti a prendere, le cui parti saranno indicate da numeri relativi allo stato che si farà del loro valore valutato giuridicamente dai periti nominati. Si accompagnerà questa carta con un profilo generale che prenda da un capo all'altro del canale, il quale passi pel mezzo della larghezza che deve occupare onde conoscere i fondi, le eminenze, i pendii e i contropendii; si fis-

serà quindi la posizione delle chiuse, rigagnoli, serbatoj, acquidotti, scaricatori, ponti ed altro. Abbisognano pure altri profili traversali del canale e che si estendano quanto lo esigerà l'importanza degli oggetti, relativamente alla contrafossa per lo scolo delle acque estranee. Si accompagneranno questi profili con memorie comprendenti tutto ciò che deve servire al progetto generale, principalmente gli scandagli fatti per giudicare della qualità del terreno che bisognerà scavare onde conoscere presso a poco il prezzo medio della tesa cubica di sterro.

Non bisogna obliare di esaminare strada facendo se le qualità dei materiali che si potranno avere sul luogo sono alla portata dei punti ove si debbono impiegare, e di fare uno stato particolare del loro prezzo considerati nei cantieri, e quello della giornata degli operaj d'ogni specie, onde poter fare su le piante e profili di ciascuna specie d'opera uno scandaglio preliminare che darà nozioni anticipate pel progetto generale e servirà di base al contratto con gli appaltatori.

1118. Supposte tutte queste cose si lavorerà alla prima parte del progetto che deve cominciare dalla lunghezza totale del canale, che si dividerà in più tronchi consecutivi, presi per termini i luoghi considerevoli come sono i fiumi, gli stagni, le ville, i borghi che s' incontreranno per via. In ciascuna di queste parti si marcherà la lunghezza e la profondità degli sterri pel canale, per le contrafosse, rigagnoli, ecc., la natura del terreno col prodotto dello scavamento scritto in margine, ed il modo onde dovranno essere impiegate le terre secondo la loro qualità, il che sarà spiegato nella sezione seguente. Vi si farà pure menzione della disposizione e del valore delle cadute e delle conche accollate o separate, acquidotti, scaricatori e chiuse per l' entrare e l' uscire delle acque che il canale riceverà lateralmente dei ponti di murazione e di legname, in una parola di tutte le opere che debbono incontrarsi lungo il canale; ciascuna indicata col nome del luogo più vicino.

Nella seconda parte dello stesso progetto si richiameranno le opere precedenti, la cui fattura deve essere ampiamente spiegata, accompagnati dal prezzo loro, onde la loro totalità unita a quanto appartiene allo scavo delle terre ed alla indennità del terreno faccia vedere la spesa generale dell' opera.

Sezione II.

Continuazione delle massime sui canali, specialmente riguardo allo scavamento ed all' impiego delle terre.

1119. Supponendo che si tratti di un canale atto alla navigazione dei più grossi battelli, che d' ordinario navigano sui fiumi, bisogna scavarlo in guisa che abbia dovunque cinque piedi di profondità d' acqua o almeno quattro e mezzo e che le sue sponde ne sorpassino di due piedi il livello, per conseguenza che sieno elevate 7 piedi sopra il fondo la cui larghezza sarà 10 tese, che corrispondono a 9 tese all' alto, acciò le sponde abbiano 10 piedi, 6 pollici di pendio, cioè una volta e mezzo la loro altezza.

Le sue dighe avranno ciascuna tre tese di spessore in cresta per servire all' alzaja, e sei pollici di scarpa verso la campagna; la loro scarpa interna sarà di un piede e mezzo per piede soltanto; le sponde avranno 9 piedi di larghezza con una scarpa di 2 piedi per piede, e la larghezza delle contrafosse sarà proporzionata al bisogno che si avrà delle terre.

Prima d' impiegarle per formare le dighe si dissoderà il terreno fino al vivo, e se ne leveranno le zolle od altro che potesse impedire il collegamento delle nuove terre col terreno naturale; esse saranno portate e battute col mazzapicchio a strati di un piede d'altezza, stritolando con diligenza tutte le motte, e le zolle provenienti dallo scavo del canale delle contrafosse saranno disposte sulla scarpa esterna delle dighe.

1120. Siccome non sempre il terreno per cui passerà il canale sarà in piano sui lati, bisogna necessariamente fare una contrafossa lungo la diga che corrisponderà alle colline, per facilitare lo scolo delle acque della campagna, affinchè il canale ed il paese non ne sieno innondati: si traccerà paralella a questa diga da cui deve essere separata dal piede esterno con una sponda larga abbastanza per assicurare ed impedire le filtrazioni delle acque del canale. Per prevenire ogni accidente bisogna regolare la capacità delle controfosse secondo l'estensione e la ripidezza del declivio del paese da cui riceveranno le acque nel tempo delle pioggie procellose, onde aver riguardo all' abbondanza ed alla velocità di quelle che vi si raccoglieranno improvvisamente. Per giudicarne bisogna prima sapere che per quattordici anni di seguito il maresciallo di Vauban avendo fatto fare nella cittadella di Lilla, delle sperienze su la quantità di acqua che producono le pioggie mezzane e grosse, si è riconosciuto che alla fine della durata delle prime erano cadute dalle 6 alle 10 linee d'acqua in altezza, e che le seconde ne fornivano dalle 15 alle 17; quindi si può prendere per misura media 12 linee, il che dà tre piedi cubici di acqua ogni tesa quadrata di superficie. Ciò essendo, se si suppone una costa in cui la base orizzontale del pendio sia di 60 tese di lunghezza per una di larghezza, che fanno 60 tese quadrate di superficie, e si moltiplichino per tre, il prodotto darà 180 piedi cubici per la quantità d'acqua che ciascuna tesa lineare della controfossa dovrebbe ricevere se fosse costretta a contenerla interamente, come avverrebbe se non potesse scorrere che con molta lentezza; allora bisognerebbe che la superficie del suo profilo fosse almeno 30 piedi quadrati per non straripare. Partendo da questo esempio si potrà regolare la larghezza e la profondità delle controfosse, relativamente alla maggiore o minore facilità che avranno le acque a scolare per gli acquidotti ed altri sbocchi che ad essi sarannosi praticati, perchè le dighe del canale che impediranno la loro espansione ordinaria, non facciano nascere delle innondazioni pregiudicevoli alle campagne, specialmente alle abitazioni vicine, il che bisogna prevenire accuratamente.

1121. Quando si troveranno delle parti del canale infossate nel terreno naturale alla profondità di più di sette piedi si farà una piattaforma e in questo si scaverà il canale e la strada dell' alzaja che si farà da ciascun lato ed a cui si daranno tre tese di larghezza e sei pollici di pendio dalla parte del paese come si deve fare per le dighe e le terre che si ricaveranno da questo scavo, le quali saranno disposte ed agguagliate a destra ed a sinistra in guisa che le acque estrance non possano scolare nel canale.

Se passasse a traverso di una montagna ove lo scavo fosse molto più profondo del solito, dopo aver preso su ciascuna sponda la larghezza dell' alzaja si farà lo scavo del rimanente sempre colla scarpa di un piede e mezzo per piede se trattasi di terra comune, praticando a cascate delle riseghe larghe 6 piedi, elevate 15 piedi circa le une sopra le altre, e si porteranno le terre estratte a due tese di distanza dalla sponda, superiore perchè non ne ricada nel canale, nei tempi delle forti piogge. Si giudicherà di tale disposizione considerando le figure 2, 3 e 5 della Tavola 52, che rappresenta il profilo, la pianta e l'alzato di un pezzo di canale che passa attraverso di una montagna, la cui sommità X X si suppone elevata 50 piedi sopra il fondo, in un luogo ove occorrerebbe un ponte per la comunicazione del paese; del che faremo più particolare menzione nel capitolo IX.

Nondimeno, siccome bisogna economizzare quant'è possibile gli sterri, vedesi bene che la scarpa di un piede e mezzo ogni piede non deve aver luogo, e così le riseghe, se non per impedire le frane, e che bisogna diminuire questa scarpa secondo che il terreno sarà di maggior consistenza, non solo nel caso che supponiamo, ma anche in un paese di pianura. Per esempio se il terreno si trovasse di marna dura o di tufo ben compatto che non si staccasse in tempo di pioggia o di sgelo, basterà dare alle sponde del canale 6 pollici di scarpa ogni piede e soltanto tre quando sarà scavato nella roccia; allora bisogna praticare per intervalli delle rampe per discendere nel fondo quando si vorrà nettare. Si può anche diminuire l' alzaja e ridurla a soli dodici piedi quando si troverà molto al di sotto del pianterreno della campagna e secondo lo stesso principio d'economia, restringere la larghezza del canale in tutta la parte che sarà scavata nella roccia e ridurla pel passaggio di un battello con uno o due seni soltanto in forma di bacino, praticati di fianco per ritirarvi i battelli che si potrebbero incontrare in direzione opposta.

1122. Nelle parti ove il terreno si troverà inferiore al fondo del canale si disporrà il fondo come si è detto, e vi si riporteranno in seguito le terre necessarie per stabilire un' alzata a livello conveniente; tutte queste terre saranno battute col pilone a strati grossi un piede: non si tollererà verun miscuglio di pietra, di tufo, sabbia, erbe, radici od altro che potesse cagionare delle filtrazioni. Su questa alzata si eleverà l' argine del canale come al solito, lasciando una sponda da ciascuna parte larga due tese, fino alla controfossa ove si prenderanno le terre.

Si faranno dei ripieni di terra forte a piombo sul margine interno della diga, fondati alla profondità di un piede almeno nel terren vivo, per quattro piedi di larghezza, quando le terre delle dighe saranno di buona qualità e di sei piedi quando avranno poca consistenza. Questi ripieni saranno elevati un piede su la superficie delle acque del canale; si formeranno di argilla o terra sciolta, battuta col pilone in corsie alte 6 pollici che si bagneranno a ciascun strato elevandolo in pari tempo che si eleva l'argine.

Qualunque sia la cura che siasi apportata per fare solidamente questo lavoro, bisogna lasciar riposare a lungo le terre, acciò prendano il loro assettamento prima di metter l' acqua nel canale all' altezza a cui deve rimanere e non bisogna introdurla che a riprese per umettarle; al-

rimenti vi si potrebbero formare delle breccie tali da produrre l'intera ruina dei luoghi vicini che correrebbero rischio di essere sommersi per l'improvvisa abbondanza delle acque, specialmente se il tronco di canale corrispondente fosse molto lungo. Per maggior sicurezza convien fare una tura provvisoria ad ogni estremità della parte critica con una picciola chiusa a paratoja nel mezzo, onde poter caricare le acque gradatamente, e sperimentarlo, perchè in caso d'accidente non vi saranno che le acque ivi comprese che potranno evacuare senza fare un gran danno, e invece, se la maggior parte di quelle del canale sfuggissero, quale sciagura succederebbe? E come andrebbe per gli interessati del canale se dovessero indennizzare i danneggiati da tale irruzione?

Se la valle che si vuol attraversare fosse molto bassa e non avesse che poca larghezza e servisse di letto ad un fiume o ad un torrente, il miglior partito sarebbe quello di far passare sopra un ponte canale che lasci libero passaggio alle acque correnti; perciò bisogna essere informati bene dell'effetto delle più forti escrescenze che passeranno sotto onde lasciare ad esse tanto sfogo da non farle rifluire, per tema che il loro peso ruini l'acquidotto.

Quando bisognerà far passare un canale per una palude più bassa di quello che fosse il fondo, si rialzerà fino al livello con una spianata assai più larga della precedente, se le terre sono senza tenacità; perciò non si potrà dare a questa spianata meno di 26 tese di larghezza e su essa si alzeranno gli argini che avranno cinque tese di grossezza alla sommità; si prenderanno le terre necessarie alla loro costruzione nelle contrafosse, lasciando delle sponde larghe 10 tese per supplire alla loro poca solidità.

1123. Il terreno acquidoso che richiede maggior attenzione quando si vuol scavare è quello di torba, essendo pericoloso lo escavarlo, quando i suoi lati sono aggravati del peso di qualche edificio come giudicherassi da questo esempio. Nel 1736 il magistrato d'Amiens volendo far spazzare il fiume Somma nella parte che attraversa questa città, dove è rinchiuso fra due sponde circondate di case, se ne deviarono le acque facendole passare per un altro braccio: allorchè fu asciutto si dispose nel mezzo di esso una fila di cavatori che cominciarono a scavare una fossa profonda 4 o 5 piedi per 10 di larghezza. Siccome il letto di questo fiume è un banco di torba alto dieci piedi circa si ebbe la sorpresa di trovare all'indomani questa fossa ristretta a metà e di vedere che le due sponde come anche le case avevano fatto un picciolo movimento all'innanzi la cui continuazione ne avrebbe trascinato la rovina intera nel corso della giornata: ma fortunatamente una persona che conosceva questa qualità di terreno assicurò che l'unico rimedio per arrestare le conseguenze di quest'accidente era quello di rimettere al più presto le acque nel fiume per empiere i pori della torba; infatti appena rientrata si ristabilì l'equilibrio, e gli edificj non si mossero di più.

Da quest'esemplo si può dedurre che per praticare un canale in un terreno sabbioso bisogna scavarlo a porzioni lasciando ogni 8 piedi dei testimonj a guisa di tramezza; grossi due piedi circa per tutta la sua larghezza per sostenerne le sponde contro la spinta del piede delle dighe mentre si lavorerà a secco. Perciò bisogna dividere gl'intervalli precedenti con altre picciole tramezze trasversali onde poter facilmente esaurire l'acqua da ciascun scompartimento a misura che si profonderà, e lasciarla poscia

entrare quando si sarà scavato fino al fondo per non aver più da temere la spinta laterale. Riguardo a tutte queste tramezze, le cui superficie debbono essere a piombo, perocchè la torba non è soggetta a franare, sarà facile levarli coll' uso di una macchina ingegnosa immaginata dal duca di Chaulnes, per levare la torba al fondo dell'acqua fino alla profondità di 12 piedi, con una manovra molto spedita, e che ebbe tutto il successo desiderabile.

1124. L'opera più penosa è quella di stabilire solidamente una buona alzaja lungo un canale che passa a traverso di una palude; è vero che se ne viene a capo a forza di trasportar delle terre come si fa per formare un argine; su la qual cosa giova osservare che se il fondo fosse un banco di torba e la profondità dell'acqua sufficiente per la navigazione, non sosterrà meno il peso della diga, perocchè quando non è tagliata, ma trovasi coperta di un letto di terra o di ghiaja grosso tre piedi circa, come al solito succede, vi si fabbricano arditamente delle case, e però a maggior ragione sosterrà una diga senza piegare.

Se l'acqua non avesse bastante profondità, e bisognasse scavare il canale per due o tre piedi, si potrebbe anche stabilire, la diga senza pericolo, lasciando per precauzione una sponda di 10 a 12 piedi dalla parte del canale. Bisognerebbe del resto, se fosse necessario, sostenere questa sponda con pali e palanche piantate più innanzi che si potrà nel buon fondo, con le loro teste tagliate a livello delle acque più basse per guarentirle dalla putrefazione, il tutto ben legato come si fa d'ordinario. Riguardo al modo di profondare il canale, si useranno le cucchiaje ed altre macchine simili a quelle per curare i porti.

Aggiugnerò che bisogna guardar bene di non piantare senza precauzione dei pali vicini ad un edificio eretto su la torba per tema di scuoterlo troppo e disunirne le parti. Uno di Amiens avendo fatto rinnovare il frontone della sua casa edificata sulle rive della Somma, il capo-mastro per assicurarne il piede volle piantare una fila di pali nel tempo che le acque erano più basse; ma appena ebbe cominciato a piantare il primo di quattro in cinque piedi soltanto con una berta di 300 libbre, un altro frontispizio ad angolo retto col precedente screpolò dall'alto al basso, quindi fu sospesa l' azione della berta per timore di sinistri.

1125. Le dighe che si debbono fare per sostenere le acque di un serbatojo destinato ad alimentare il punto di divisione, devono essere costrutte con maggior cura delle altre, attesa l'importanza del loro scopo; perciò non conviene impiegare che buone terre ben battute col pilone letto per letto senza alcuna mistura di ghiaja o di sabbia. S'innalzerà questa diga per tre o quattro piedi al di sopra della superficie delle acque più alte ch'essa sosterrà, e si darà ad essa 20 piedi di spessore alla sommità, osservando che la sua scarpa interna abbia una volta e mezzo la sua larghezza, e l'esterna una volta e un quarto soltanto. E innalzerassi insieme colle terre un buon rinforzo di argilla grosso sei piedi, che sarà profondato in ragione dell' altezza delle acque acciò non possano penetrare pel di sotto.

1126. Quando la diga non deve avere che 15 ai 20 piedi d'altezza e non si ha buona terra vicina al lavoro si può con tutta sicurezza seguire la costruzione precedente; ma se bisognasse farla molto più alta bisognerebbe allora per diminuire la prodigiosa larghezza che si dovrebbe dare alla base, re-

stringerla sostenendo le terre delle due parti della diga con rivestimenti di murazione e contentarsi di non elevarla che al terzo od alla metà dell'altezza sua, come dimostra il profilo A C B della diga D E F G del serbatojo di S. Feriolo, compreso fra le montagne K F ed L G, figure 1 e 3, Tavola 52, e dare alle terre che comporranno il restante dell'elevazione una scarpa proporzionata alla precedente come nelle opere di fortificazione a mezzo rivestimento. Si può anche per maggior solidità innalzare nel mezzo dello spessore della diga un muro C M, grosso tre piedi, che è assai più proprio ad interrompere le infiltrazioni di quella che farebbe il miglior riempimento; il che pure è stato eseguito nello stesso serbatojo la cui linea H C I marca la sommità della diga, e l'acquidotto A B quella dell'uscita delle acque, articolo 1088. Giova osservare che la superficie di questi tre muri è stata incamiciata dalla parte delle acque con un intonaco di cemento grosso un pollice come si pratica per le cappe sopra le volte sotterranee, onde impedire che l'azione dell'estrema altezza dell'acqua di questo serbatojo li potesse mai penetrare.

CAPO OTTAVO

DELLA COSTRUZIONE DELLE CONCHE PER FACILITARE LA NAVIGAZIONE DEI FIUMI E DEI CANALI.

Non avendo parlato delle conche nell'art. 1048, e seguenti che per darne un'idea, fa d'uopo aggiungere i particolari della loro costruzione che esige molta accuratezza perchè riesca solida onde non succeda lo stesso accidente che a quella menzionata all' articolo 1103.

1127. La prima cosa che si deve considerare prima di intraprendere il disegno di una conca, è quello di vedere la capacità che converrà dare ad essa rapporto al numero dei battelli cui dovrà prestar passaggio ad un tratto, il che dipenderà dall' abbondanza delle acque di cui si potrà disporre, essendo certo che le grandi conche producono in proporzione maggior consumo di acqua che le picciole; voglio dire, per esempio, che una conca la quale contenga due grandi battelli consumerà più del doppio di quella che non ne conterrà che uno, come è facile convincersi col calcolo, senza parlare della perdita del tempo che i battelli giunti i primi impiegheranno talvolta per aspettare che la conca sia piena. Quindi allorchè si potranno economizzare le acque del punto di divisione non si ha punto ad esitare per regolare la capacità di ciascuna conca su quelle di uno dei più grossi battelli che potranno navigare sul fiume o sul canale di cui parlerassi. Tale è la conca che si vede su la tavola 44, i cui sviluppi sono dettagliati tanto chiaramente da non aver bisogno di spiegazione, tanto più che li abbiamo riportati ancora su le tavole 45 e 46, che rappresentano in grande le parti che entrano nella composizione delle chiuse superiori ed inferiori di cui daremo la descrizione, tale presso a poco come è stata fatta per quelle del canale di Picardia.

1128. La lunghezza totale A B del sito delle due chiuse e della conca, dalla faccia dei primi contrafforti all' ingresso E F della chiusa superiore fino all'estremità I K della platea accessoria della chiusa più bassa sarà di 40 tese.

La luce fra le spalle delle porte avrà 20 piedi e 6 pollici di larghezza. L' ingresso della chiusa sarà formato da due ale che avranno quattro piedi di dilatamento verso le dighe per 6 piedi verso le porte.

I contrafforti E, F che faranno fronte all' ingresso dalla chiusa avranno 14 piedi e 3 pollici di lunghezza, due piedi di spessore alla loro estremità e quattro piedi alla radice.

Dall' angolo dell' accampanatura fra le spalle fino all' imposta per allogarvi ciascun battente delle porte, vi saranno 3 piedi di lunghezza.

Le impostature avranno 13 piedi di lunghezza e 13 pollici di profondità e continueranno fino alla curvatura delle battute ove sarà il centro di moto dei fusi. In questa impostatura se ne praticherà un'altra larga 4 piedi, e profonda sei pollici per collocarvi la paratoja ed i suoi incastri. Dalle impostature fino alle pareti del muro di caduta, vi saranno 4 piedi di lunghezza e 2 tese dall'appiombo di questo muro fino all' accampanatura della conca. Queste accampanature saranno di sei pollici per dar più agio ai battelli.

La lunghezza della conca fra queste picciole accampanature, sarà di 20 tese e la sua larghezza 21 piedi e 5 pollici, dall' estremità della conca fino alle imposte della chiusa inferiore vi saranno 16 piedi di lunghezza, compresa l' imposta delle porte, da questo punto fino alle accampanature all' uscita delle spalle vi saranno 16 piedi di lunghezza.

Queste accampanature saranno dilatate per una linea di 11 piedi e 7 pollici prolungati dall' allineamento della parete delle spalle e rivoltate perpendicolarmente per 7 piedi a 9 pollici verso i muri che saranno fatti paralleli ai canale.

Questi muri avranno 6 tese di lunghezza fino all' estremità della platea accessoria, saranno terminati ad ala da una parte all' altra verso le dighe, e formaranno gli stessi angoli delle accampanature: la loro lunghezza sarà di tre tese ed un piede, per giugnere all' altezza del piede della diga del canale.

Le spalle della chiavica superiore saranno grosse 8 piedi dal di sotto della caduta fino al livello della soglia, e 6 piadi soltanto dalla soglia fino al di sopra della tavoletta.

L' altezza delle stessa spalle sarà di 7 piedi sopra la soglia: si farà un contrafforte D dietro ciascuna imposta, lungo 4 piedi, largo 5 piedi alla radice e 4 alla coda.

All' estremità delle spalle ove comincia la conca si farà un altro contrafforte lungo 4 piedi, altrettanti alla radice e tre piedi alla coda.

I muri della conca avranno 5 piedi di spessore dalla fondazione fino al vertice della caduta, e 4 piedi soltanto fino alla corona. Questa differenza sarà divisa in due riseghe.

Essi saranno fortificati ciascuno da 7 contrafforti, distanti 15 piedi da un mezzo all' altro, e simili agli ultimi qui sopra.

Le spalle della chiusa inferiore saranno grosse fino all' altezza della caduta ed il rimanente sarà ridotto a 6 piedi: la loro altezza sarà di 16 piedi ed 8 pollici, come quelli della conca.

Ogni contrafforte delle imposte sarà come quelli della caduta, e gli altri come quelli della conca.

I muri delle ale all' uscita della chiavica avranno 5 piedi di spessora fino all' altezza della caduta, e si ridurranno a 4 piedi al di sopra, e saranno innalzati alla stessa altezza di quelli delle spalle.

I muri paralelli al canale lungo la platea accessoria avranno 4 piedi di spessore e termineranno a scarpa sui muri ad ala, che avranno tre piedi di spessore e sette di altezza conforme alla diga.

1129. Fatto lo scavamento delle terre nel luogo delle chiuse e della conche secondo la caduta determinata, si scaveranno i fondamenti due piedi sotto il fondo del canale nella parte al di sopra della caduta e di profondità pari al di sotto del fondo del canale inferiore alla caduta.

Questa fondazione avrà 6 tese e 4 pollici di lunghezza e 6 tese e 6 pollici di larghezza, essa sarà divisa in due parti dal muro di caduta fondato tre piedi sotto il fondo della conca o canale inferiore.

Prima di stabilire la muratura del muro di caduta si pianterà una fila di palanche V G attaccate contro la briglia I per formare la detta caduta: queste palanche avranno 12 in 15 piedi di lunghezza secondo la qualità del terreno più o meno duro.

Dopo aver presa questa precanzione per sostenere le terre, si riempirà la fondazione superiore per 15 pollici di altezza con murazione di pietrame, posato a bagno di malta di calce e di sabbia. Su questa muratura si poserà un graticolato di legname, le cui traverse I, C, avranno 9 in 10 pollici di grossezza; esse saranno spaziate tre piedi da un mezzo all'altro, e la loro lunghezza sarà di 25 piedi, acciò possano entrare almeno due piedi sotto i muri; per questo nell'allargamento avranno 26 piedi di lunghezza ragguagliati.

Si riempirà di murazione simile la fondazione del muro di caduta che avrà 8 piedi di spessore. Quella della parte bassa sarà pure empiuta di murazione all'altezza di 15 pollici, su la quale si stabilirà un graticolato simile al precedente.

Tutte queste traverse avranno un intaglio di due pollici nel luogo del muro per ricevere una trave H larga un piede e grossa 6 pollici, la quale farà la stessa figura *a, b, c, d, e, f, g, h, i*, come la parete della murazione: essa innalzerassi due pollici sopra le traverse per formare un sol piano col tavolato.

Quando il graticolato sarà stato stabilito in questo modo, l'intervallo fra le traverse verrà empiuto di murazione di pietrame piatto o di mattoni in coltello, ed appianati con uno strato di malta di calce e di cemento, dello spessore di un pollice, su cui si stabilirà il primo tavolato di due pollici che sarà ricoperto da un secondo di eguale spessore. Si eleverà poscia il muro di caduta, la cui parete sarà di pietra da taglio in cui si poseranno tre banchine O, grosse 9 in 10 pollici e lunghi 20 piedi. La prima sarà posta inferiormente a livello del tavolato, la seconda nel mezzo e la terza alla sommità. Su questa s'inchioderà un doppio rivestimento Z grosso un pollice e mezzo che coprirà la parete di pietra; questo muro di caduta sarà montato a piombo a 15 pollici sotto il tavolato superiore. Siccome la caduta delle acque sarà violenta, si farà una doppia platea al piede del muro di caduta, le cui traverse D avranno 6 pollici di spessore, un piede di larghezza e 20 piedi e 6 pollici di lunghezza. Queste traverse saranno attaccate su le prime C, I, con forti cavicchie di ferro a barbone e piantate a testa incassata; l'intervallo sarà riempiuto di murazione di mattoni posata a bagno di malta di calce e di cemento a metà, e ricoperto da un doppio tavolato I grosso due pollici, questa platea avrà 17 piedi di lunghezza.

1130. Innanzi alla platea della chiusa superiore si stabilirà una scarpa S R posata sopra una murazione di 4 piedi di larghezza, fondata tre piedi sotto il fondo del canale; il suo doppio tavolato sarà attaccato su due traverse grosse da 9 in 10 pollici e lunghe 6 tese. Vi sarà un piede di pendio dalla parte del canale.

Il davanti della scarpa sarà circondato da una fila di palanche S G di 6 piedi di lunghezza al pari della platea contro cui sarà addossata: se

ne batteranno altre due file al disotto, una al piede delle parete del muro di caduta e l'ultima all'estremità della platea.

Dietro ciascuna traversa della prima platea sotto la caduta, si pianteranno sei palanche a distanza eguale per la solidità dell'opera, e tre soltanto per ritenere le altre traverse appartenenti al tavolato della conca.

Quando le traverse saranno state appianate dalla murazione si poserà sul muro di caduta l'armatura del capo tagliato della chiavica superiore; sarà essa composta di una soglia I, di due pontoni N e V, e del monaco M commessi a doppio dente cuneiforme, come vedesi nella figura 6, Tavola 46. Il capo tagliato risulterà 8 pollici dal tavolato, per servire di battitojo alla porta.

La soglia avrà 25 piedi di lunghezza e 20 pollici di grossezza e sarà tagliata a canto vivo.

A 10 piedi, 8 pollici e 6 linee dal mezzo della faccia superiore saranno i centri dei perni delle porte, le cui ralle, figure 2 e 3, Tavola 45, saranno incastrate nelle infossature tagliate nella stessa soglia per 8 pollici di altezza e per un diametro di 11 pollici: il monaco M commesso nel mezzo della soglia sporgerà fuori dell'allineamento del centro dei perni per 4 piedi in 8 pollici, e formerà coi due puntoni N un angolo ottuso; questi pezzi avranno la stessa grossessa della soglia.

Si faranno delle incavature di quattro pollici di larghezza e tre di profondità ad otto pollici sotto la faccia superiore del monaco e dei puntoni per ricevere le estremità del doppio tavolato T V della platea. Dietro la soglia sul restante dello spessore del muro di caduta, si poserà un doppio tavolato Y P grosso due pollici, inchiodato sulle banchine K, Q, una posata alla sommità del muro e l'altra lungo la soglia, in guisa che questo tavolato sporga 8 pollici dalla superficie del muro di caduta, acciò la sua scarpa che deve essere di un piede getti le acque da lontano.

1131. I muri delle spalle saranno elevati a piombo a parete di pietra di taglio posata in malta di calce e cemento fino alla corona.

Il corpo della murazione dietro le pareti sarà di buon mattone collegato con malta di cemento e non in pietrame come si è fatto nel canale di Picardia, ove le acque filtrano, quando la conca è piena, a traverso delle spalle, malgrado il riempimento d'argilla che vi si è posto contro.

La sommità di tutti i muri sarà terminata da un coronamento alto un piede e con un pollice di sporto; e sul restante dello spessore della murazione sarà posato un pavimento in malta di calce e cemento che vada in pendio dalla parte della diga, per lo scolo delle acque.

Tutti i contrafforti saranno fondati bassi come i muri delle chiuse, coi quali saranno perfettamente legati.

Le pareti di pietra di taglio sul muro di caduta saranno legate le une alle altre con ramponi di ferro impiombati, i gargami inchiavati del pari, come pure gli angoli degli altri incastri dei dilatamenti, non che il coronamento.

I muri della conca saranno fondati due piedi sotto il fondo del canale, come quelli delle chiuse; la fondazione si estenderà in tutta la lunghezza e la larghezza della conca, nella cui estensione si poseranno delle traverse lunghe 25 piedi e 9 in 10 pollici di grossezza, ritenuta ognuna da tre pa-

lanche. Queste traverse saranno distanti quattro piedi da un mezzo all'altro con travi per ricevere la prima corsia di pietre di taglio.

Questa fondazione sarà empiuta di murazione a fiore delle traverse su le quali si attaccherà un tavolato semplice di due pollici di spessore e ben commesso.

I muri saranno eretti a piombo colle fronti in pietra da taglio per l'altezza di cinque piedi. Essi saranno continuati in pietrame scalpellato, fino al coronamento.

Si collocheranno delle rilegature di pietra di 12 in 12 piedi composte di chiavi e fasce, alternativamente posate a piombo e collegate regolarmente nella loro faccia; le chiavi avranno due piedi e mezzo e le fasce un piede e 6 pollici di lunghezza in parete; ciascuna corsia sarà della stessa altezza onde la parete di pietrame scalpellato possa accordarsi senza grappe con le rilegature. Il di dietro di questi muri sarà munito di murazione di mattoni in malta di calce di cemento, come nelle spalle della chiusa precedente, per lo stesso motivo che quivi è maggiore, stante la spinta dell' acqua dipendente dall' altezza della caduta.

La costruzione della chiusa inferiore sarà la stessa di quella superiore, tranne che non vi sarà muro di caduta e che la differenza tra il livello del tavolato innanzi alla soglia a quello del di dietro sarà di 8 pollici a cagione della battuta delle porte.

All' uscita delle spalle di questa chiavica si farà un prolungamento di platea di 6 tese, le cui traverse avranno 6 tese e 4 piedi di lunghezza e 9 in 10 pollici di grossezza, distanti come quelle della conca ed assicurate da palanche ciascuna di 6 piedi di lunghezza; il vuoto sarà empiuto da un buon rinforzo di argilla. A queste traverse si attaccherà un tavolato semplice grosso due pollici per impedire alle acque che usciranno violentemente dalla conca, di fare delle corrosioni.

I muri che si estenderanno lungo questa platea accessoria saranno fondati come gli altri ed innalzati colle fronti in pietre da taglio fino al coronamento e al di sopra saranno pavimentati di piccioli ciottoli in malta di calce e cemento.

1132. Le porte della chiusa superiore avranno 6 piedi di altezza e quelle della chiusa inferiore, 15 per sostenere le acque del canale al di sopra della caduta.

I ritti battenti A delle portine e dei portoni, ed i fusi B, gli zoccoli D e le traverse superiori C, saranno larghi 16 pollici e grossi 12: le traverse medie E saranno ugualmente grosse, e larghe solo 14 pollici. I travicelli G pei telaj dei portelli e contraffissi E, avranno 8 pollici di grossezza. Quest' armatura sarà ricoperta di un doppio tavolato, ognuno di due pollici di spessore; il tutto ben incastrato e appianato coi pezzi del telajo A C B D; gl'incastri T, figura 6, avranno 6 piedi di lunghezza per 5 pollici di grossezza, e saranno inchiodati sul tavolato precedente.

I fusi B degl'incastri saranno rotondati nella parte ove sfregano, in modo da formare un semicerchio di 11 pollici di diametro: essi eccederanno la sommità delle spalle di tre piedi; a tale estremità si lascierà un forte maschio per entrare nella piaga del vette H ch' essi porteranno a quattro piedi sopra la più alta traversa. Si farà un incavo di tre pollici

di larghezza e di sei di altezza; esso sarà diametralmente opposto all'attrito ed il cerchio sarà terminato per ricavere il collare che deve tener ferma la porta.

I ritti battuti saranno tagliati in isbieco e si congiugneranno esattamente in tutta la loro altezza; essi sorpasseranno la murazione per piedi tre e mezzo, ed i vetti vi saranno commessi a maschio e femmina.

L'armatura di queste porte sarà rinforzata da fascie I K, R S, e dalle staffe di ferro P, Q, incastrate a fior di legno, ed attaccate con cavicchie serrate da copiglie ribattute sopra le animelle.

Le porte, i tavolati delle platee e le coperte dei muri di caduta, saranno calafattate, impeciate e incatramate con le stesse precauzioni insegnate nell' articolo 383.

1133. Vi sono di quelli che amano meglio impiegare per la platea delle chiuse e delle conche, tavoloni grossi 6 pollici per un piede circa di larghezza, di quello che fare un doppio tavolato; questi tavoloni si posano a un dipresso, come indica la figura 5 Tavola 46, in modo cioè che gli orli di ciascun tavolone A D E H ed H K I O, sono tagliati ad incastro B C D, G F E, G I K, N M I, per formare insieme delle incavature E F I K nelle quali si mette una linguetta P G della stessa capacità per ricoprire la commessura G H di questi tavoloni che si uniscono insieme con cavicchie di legno P, Q P, B cacciate a forza nei fori fatti di sbieco. Queste cavicchie sono fatte come quelle che si sono delineate separatamente, ove si vede che l'estremità inferiore R è fessa per ricevere un cuneo S che fa gonfiare questa cavicchia a misura che si batte su la testa P per farla entrare nel suo buco, il che è facile da immaginare, al pari del modo di stagnare più che sia possibile la commessura di questi tavoloni. Frattanto bisogna convenire che qualunque precauzione si prenda, le platee di un sostegno e delle sue conche non sono mai così solide e così buone come quando si costruiscono di grosse pietre dure, quando se ne trovano di adatte nel paese, e che si prendono d' altronde tutte le precauzioni spiegate nell' articolo 320 per impiegarle solidamente. Perciò quando si trovano delle buone cave vicine all' opera bisogna impiegare il legname meno che sia possibile.

1134. Benchè in Francia si usi fare a piombo la parete del muro di caduta delle conche, come si è rappresentato su le tavole 44 e 45, io non vedo altro inconveniente nel dare ad essa del pendio che allungare alquanto la conca come si è fatto nella maggior parte di quelle che si vedono in Olanda, perciò si potrà prendere questo partito se crederassi a proposito.

Per guarentire dalle acque straniere il contorno della conca si applica al muro un rivestimento di argilla grosso 5 piedi, elevato un piede sopra le acque più alte spinto alla stessa profondità dei muri, come s'insegna nel libro primo di questa seconda parte, da cui si suppone che prenderassi tutto ciò che puossi applicare alla solidità delle opere appartenenti ai canali: perciò quelli che si applicano a questa parte dell' architettura idraulica che ora trattiamo, non istudierebbero mai troppo questo libro ed il secondo ove si troverà tutto ciò che riguarda le conche dei canali che sboccano nel mare, leggendo ciò che si è detto su quello di Mardik.

Talvolta non si fanno di murazione se non le conche dei sostegni

i loro fianchi di terra incrostata di zolle, con una sponda al piede sostenuta da palanche ed altri legni lavorati come per le sponde di legname; ma siccome si è costretti allora a fare queste conche molto larghe a motivo del pendio che bisogna dare alle terre elevate sopra la sponda, il che rende la dispensa delle acque per ciascuna chiusa molto più considerevole, e d'altronde queste conche sono soggette a riparazioni continue, è meglio se sono destinate ad una navigazione permanente, fare dapprima in buona murazione tutto ciò che sarebbe soggetto ad una manutenzione troppo dispendiosa per parte della compagnia.

Vedesi nel muro di caduta della tavola XLV un esempio di acquidotto che vi si può praticare per far passare le acque da una contrafossa all'altra, quando le circostanze lo permetteranno, secondo ciò che si è detto nell'articolo 1096, quindi non mi vi trattengo di più.

Varie conche accollate non essendo che una ripetizione delle precedenti, eccetto quanto appartiene all' ingresso ed all' uscita che non ha luogo che nella prima e nella ultima chiusa, non dico nulla di ciò che loro appartiene: aggiugnerò soltanto che se invece di stabilire una conca sopra un buon fondo, come quello che ho supposto pel precedente, si trattasse di un cattivo terreno che si dovesse palafittare e coprire di graticolato per istabilirvi le platee, le spalle ed i muri delle conche, si moltiplicheranno i legnami più o meno secondo l'entità dell' opera, avendone detto a bastanza nel volume precedente, da poter fare a meno di ripeter qui le cose stesse.

1135. Se avvenisse che varj canali di diversi livelli dovessero metter capo ad una stessa conca, come fanno quelli di Bezieres, d'Agde e dello stagno alla conca rotonda del canale di Linguadoca, rappresentata nella figura 6, Tavola 48, bisognerebbe dare anche a questa conca una figura circolare, acciò i battelli potessero girare, fare delle porte doppie alle chiuse ove le altezze d'acqua sarebbero soggette a variare, e praticare, se occorre, una conca inferiore L M N O nella grande D I C H, se la chiusa G I fosse più bassa delle altre A C, D E, onde non essere costretti ad empiere di acqua tutta la grande alla stessa profondità; insomma far sì che si concilino i comodi della navigazione con l' economia della dispensa.

Siccome una conca in sì cui possono collocare di fronte due grandi battelli nel caso di una navigazione viva e che abbia dell'acqua in abbondanza abbrevia il tempo del loro passaggio, potrassi, se si crede conveniente, dare alla conca una forma elittica come nel canale di Linguadoca, di cui riportiamo due conche accollate rappresentate dalla figura 1, Tavola 47, e costrutte a somiglianza delle otto che sono presso Beziers, di cui abbiamo parlato all' articolo 1085, ove la maggior larghezza di ciascuna si trova doppia pel passaggio della chiusa G H I K, B E F C. Devesi osservare che l' ingresso e l' uscita della prima e dell' ultima sono dilatate per le braccia I L, K M, per riguadagnare la larghezza del canale; che vi sono delle scale O per discendere e salire comodamente a ciascuna caduta, che abbiamo detto essere d' ordinario di 8 piedi, che le spalle delle chiuse sono attraversate da acquidotti a paratoje N, come nell' articolo 126, per empiere e vuotare ciascuna conca, non essendovi portelli nelle porte, e che finalmente si può riguardare l' estremità A D della conca superiore, come corrispondente alla chiusa di una terza, quarta e quinta conca, od agli sboc-

chi delle precedenti, se non ve ne sono che due, potendone immaginare quel numero che vorrassi accollate insieme, come quelle che qui riportiamo. Si osservi che si è dato del pendio alla loro parete, benchè se ne potesse prescindere, facendole a piombo, come quelle delle spalle, sulla qual cosa non mi trattengo punto come pure sulla distribuzione dei contrafforti.

1136. La più bella conca che io conosca, ed ove l'autore abbia mostrato più genio, è quella di Bouzingue, situata tra Fournes ed Ypres, a cinque quarti di lega da quest'ultima piazza, di cui essa facilita la comunicazione con la prima mediante la congiunzione di due canali, coll'ajuto di una conca lunga 20 tese, fra le chiuse X, T per 20 piedi di larghezza, con una caduta pure di 20 piedi che è la superiorità del canale d'Ypres su quello di Furnes.

Sembra che secondo la regola di non dare che 8 o 10 piedi di caduta ad una conca ne sarebbero abbisognate due per una differenza di livello di 20 piedi. Frattanto il celebre Dubié, che fece costruire nel 1643 quella di cui parliamo, non ne ha fatta che una come se ne può giudicare dagli sviluppi riferiti su la Tavola 47, in guisa che le porte X della chiusa inferiore, essendo caricate, sostengono 20 piedi d'acqua, avendo il canale superiore 7 piedi di profondità comune, e 13 in D F, che va in pendio fino alla platea E S della chiusa superiore, avendo il suo fondo un pendio di 6 piedi per ridurre il muro di caduta a non avere che 14 piedi, invece di 20; quindi questa caduta è stata divisa in due cascate S Y ed R, la prima di 10 piedi, e la seconda di 4, onde dar luogo ad una seconda serratura T per supplire al difetto della prima V, nel caso che questa venisse a mancare.

La figura 3 dimostra che per la costruzione di questa conca si è cominciato dallo stabilire due corsie di grosso pietrame piano per tutta la sua estensione, sulle quali si è elevato un massiccio di due piedi di spessore in murazione di mattoni ben legata in malta di cemento, dopo aver piantate alle estremità due file di palanche Z applicate a scacco, principalmente all'origine della platea delle due chiuse per impedire che le acque filtrino sotto questa fondazione su cui è stabilito un graticolato, come vedesi rappresentato da una metà della pianta, i cui compartimenti sono stati empiuti di murazione di mattoni in malta di cemento fino al piano delle traverse su cui si è stabilito un doppio tavolato fatto come s'insegna nell'articolo 269, eccetto sotto il muro di caduta R Y S che si è ricoperto di graticolati e di tavolati R Y, S E, fatti come il precedente che serve di platea per appoggiarvi gli angoli delle porte T V. Si sono fatte queste porte piene senza portelli, perocchè per le chiuse superiore ed inferiore, si sono praticati gli acquidotti I K M ed O P Q, da ciascuna parte della conca, onde riempirla e vuotarla. Non dico nulla della costruzione dei muri che servono a rinchiudere questa conca, le cui pareti sono costrutte di magnifiche pietre da taglio, col di dietro munito di mattoni posati in legame con malta di cemento per impedire la traspirazione, ed ogni cosa di ammirabile solidità. Taccio pure delle viti e dadi P, K, che servono ad innalzare le paratoje dei pertugi precedenti, e non dico neppur degli organi Æ, per manovrare le porte; si osserverà soltanto che le prime macchine P K sono coperte di un tetto di assi o di banda di ferro in forma di cupola per guarentirle dalle intemperie, e che alla sommità delle porte si è applicata una tavola con un parapetto che serve di ponte al custode. Aggiugnerò che

i pali C E, D F rappresentano le sfiancature praticate all' ingresso del canale superiore, per dar luogo al prolungamento della platea S E delle porte V, che sono state fatte dopo la conche, i cui muri avrebbero dovuto avere maggior lunghezza in questa parte, il che si è tentato di riparare alla meglio.

1137. Ciò che vi è di più degno d'ammirazione in questa conca è il modo ingegnoso onde Dubié ha economizzato la dispensa delle acque del canale d'Ypres, che dà il passaggio ai battelli, e che ne mancherebbe nei tempi di siccità, se quest' abile uomo non avesse trovato il mezzo di dispensarne soltanto il terzo circa di ciò che occorrerebbe per una caduta di 20 piedi; cioè che non si trae dal canale d'Ypres che serve di punto di divisione, se non che per empiere 6 o 7 piedi di altezza della caduta della conca, perocchè pei 13 o 14 rimanenti, si fanno servire perpetuamente i due terzi della quantità totale che si è messa in serbo.

Siccome la differenza di altezza del canale d'Ypres a quella di Furnes non è stata prodotta da un'inclinazione del terreno che percorre il primo, ma bensì da una costa di circa 20 piedi di caduta, Dubié ha pensato che praticando a diverse altezze nel pendio della collina un serbatojo da ciascuna parte della conca verso la chiusa superiore, potrebbe invece di far passare tutta l' altezza C H dell' acqua della caduta nel canale inferiore, quando si trattasse della discesa di un battello da Ypres e Furnes o rimontare da Furnes ad Ypres, potrebbe, dico, far passare il primo terzo dell'acqua nel serbatojo piu elevato; il secondo terzo nel serbatojo inferiore ove sarebbe poscia ritenuta da paratoje, per non far scolare dal canale di Furnes che l'ultimo terzo, onde mettere i battelli al livello A B che si suppone quello del canale; che poi, quando si volesse far salire un battello, si potrebbe, dopo che è serrata la chiavica inferiore, far gonfiare l'acqua della conca all'altezza di un terzo della caduta, rimpiazzando il terzo che si sarà perduto, ed aprendo la paratoja dell'acquidotto corrispondente al serbatojo inferiore, a che aggiugnendo l'altro terzo tratto dal serbatojo superiore di cui pure si aprirebbe la paratoja, l'acqua della conca salirebbe per 13 o 14 piedi, non ne occorrerebbe più tirare che circa sei piedi di altezza del canale d'Ypres, per mettere quella della conca al suo livello GHCD, e che così non si dispenserebbe che il terzo di ciò che esige la caduta, come si è detto precedentemente, il che ha eseguito con grande successo come vedrassi. Aggiugnerò che passando da questa conca ho osservato che non occorrevano che otto minuti per empierla d'acqua e salire dal canale inferiore nel superiore.

Se si considera la seconda figura, che è un profilo tagliato su la larghezza A B della pianta, corrispondente agli acquidotti dei due serbatoj precedenti, che qui non si sono potuti marcare, perchè avrebbero occupato troppo posto, vedrassi che questi acquidotti, chiusi ciascuno da una doppia paratoja L passano sotto le dighe e che corrispondono ai pertugi M per cui si tira l'acqua del canale superiore ed in pari tempo dai due serbatoj.

Per la prima operazione si chiude la paratoja L, figura 4, e si apre l'altra K; allora l'acqua del canale d'Ypres entra pel primo sbocco I ed esce pel secondo M, dopo aver serrate le porte T. Essendo la conca piena d'acqua vi si fa entrare il battello che deve discendere, poscia si chiude la prima paratoja K e si apre la seconda L per far passare un terzo dall'altezza

dell' acqua nel bacino, osservando che la sua capacità essendo sestupla di quella della conca, fra le porte delle chinse X, T, l'acqua non entra in questo bacino che per la sesta parte che occupa, cioè per un piede e qnattro pollici, che è quella che ritengono le paratoje L, che si sono raddoppiate per rendere vieppiù stagnato il serbatojo, ed affinchè in caso di sinistro l' uno supplisca all' altro.

Riguardo all' acquidotto inferiore ed al suo bacino, essi sono affatto simili al precedente; quindi le acqne si regolano del pari, e perciò non mi vi arresto punto avendone detto abbastanza per giudicare di questa conca, che per non essere conosciuta da quelli che fecero costruire dei canali ne' luoghi ove l' acqua era rara, non hanno potuto aver l' idea di tale espediente. Frattanto merita attenzione, poichè per mezzo di esso si renderà la navigazione capace di far passare con una certa quantità di acqua il triplo nnmero di vascelli che si potrebbero appena far salire e discendere secondo l'uso ordinario. Del resto sarà facile modificare questo meccanismo secondo i casi che si presenteranno; bastami aver dato alle genti dell'arte un esempio di uscire dalle regole comuni qnando lo vuole la necessità.

1138. Non sarà forse inutile aggiugnere nel terminare questo capitolo, che per la costruzione delle conche si comincia dallo scavare un canale nel terreno più basso verso i suoi sbocchi onde dar luogo allo scolo delle acque ed evitare con ciò i grandi esaurimenti; perciò talvolta si pratica un rigagnolo o cunetta avente un poco di pendio lungo il mezzo del canale tanto profonda come i fondamenti delle opere più vicine; allora si costruiscono queste opere risalendo verso il punto di divisione onde, a misnra che si termina una parte, essa possa favorire lo stabilimento delle altre seguenti. Ciò che diciamo deve intendersi pure per lo stabilimento delle altre opere di qualunque specie sieno; è così che con una continua attenzione a non fare le cose se non nelle più favorevoli circostanze, si giugnerà ad evitare le spese sovente gettate in meccanismi di cui si avrebbe potuto fare a meno. Non già che non si possa cominciare un canale da varj luoghi ad un tempo per condurlo più presto alla sua perfezione; allora per ciascuno di essi si avrà riguardo alle attenzioni che ho indicato pel tutto in generale.

CAPO NONO

DEGLI ACQUIDOTTI CHE PASSANO SOTTO IL LETTO DI UN CANALE. DIVERSORI PER LO SCARICO DELLE SUE ACQUE. CHIAVICHE PER RICEVERNE. PONTE CANALE CHE SERVE A FAR PASSAR UN CANALE SOPRA FIUMI O RUSCELLI. ALTRI PONTI AD USO DEL PAESE.

1139. Quando un canale deve passare per un paese attraversato da ruscelli si osserva col sussidio delle livellazioni quale sarà l' altezza delle loro acque nel tempo delle grandi escrescenze, avuto riguardo al livello del fondo del canale per vedere se ci sarà mezzo di passare queste acque con acquidotti praticati sotto il suo letto e se avranno insieme un libero scolo. Si fa lo stesso per quelle che provengono dalle pioggie e dallo scioglimento delle nevi, affinchè essendosi adunate nella controfossa che le deve ricevere, possano scolare dalla parte più bassa non facendole passare nel canale stesso se non nei casi indispensabili, praticando nello spessore delle dighe, delle chiuse a paratoje per riceverle, e degli scaricatoj per evacuarle come in appresso vedrassi. Occorre molta circospezione per determinare la posizione degli acquidotti onde dare ad essi una capacità sufficiente quando non avranno che un passaggio convenientemente dilatato all' ingresso ed all'uscita delle acque. Se non si ha fondo bastante per costruirli di grandezza proporzionata all' abbondanza delle acque che riceve la contraffossa superiore, dopo averne fatta la stima secondo la regola insegnata all' art. 1120, bisognerà dare ad esso due o tre passaggi contigui, onde prevenire le innondazioni che potrebbe cagionare il difetto di uno scolo bastantemente pronto, ma bisogna anche far attenzione di disporre questi acquidotti in modo che si possano nettare agevolmente per timore che a lungo andare si turino pel limo che deporranno le acque torbide se non sfuggono con bastante velocità. Perciò fa duopo, quando quelle delle contrafosse saranno elevate da una parte e dall'altra, presso a poco come quelle del canale, come nel profilo figura 6, Tavola 52, evitare quanto si potrà il dare agli acquidotti la forma di sifone L M N O che passa sotto il canale F G H I, e in questo caso bisogna praticare piuttosto un ingresso nella diga C D E F P, uno scaricatore nell' altro opposto Q I K C D nel caso che la superficie del terreno A C sia superiore alla sua opposta CB, meglio ancora approfittare del muro di caduta della chiusa più vicina per praticarvi un acquidotto retto come si è detto all'articolo 1096. Per mancanza di averne usato in tal modo costruendo il canale di Linguadoca e praticati altri acquidotti ove ne potevano essere, questo canale ha primie-

ramente sofferto molto dalle acque straniere che vi si ricevono, e ne avrebbero prodotto la ruina totale se il Maresciallo di Vauban non vi avesse rimediato (Articolo 1089). Siccome gli acquidotti che vi si sono ordinati sono molto ben intesi, ne abbiam riferito due su le Tavole 48 e 49, sviluppati in guisa che sarà facile giudicarne per poco che si considerino relativamente a quanto segue.

1140. Le figure 1 e 5, appartenenti, ad uno di questi acquidotti, fanno conoscere che il terreno dalla parte dell' ingresso delle acque essendo più elevato di quello che corrisponde alla loro uscita, fu costrutto un pozzo D E G R rivestito di murazione, in cui si uniscono le acque della contrafossa, per passare nell' acquidotto F H T sotto il canale P S Z. Che tale acquidotto, alto cinque piedi sotto la chiave, ha il fondo costrutto a volta rovescia, come mostra la figura 4, per impedire quanto si può che vi si deponga la belletta ed acciò si fermi nel fondo E G od A B C del pozzo. Vedesi che l'ingresso F dell'acquidotto è elevato sei piedi sopra lo stesso fondo, pèrchè non vi sieno che le acque della superficie che vi possano passare, e che trovando quest'ingresso disposto in pendio si precipitino verso l' uscita H, per cadere nel secondo pozzo H I K L rivestito pure di murazione, il cui principale oggetto è d' impedire che si formi un infossamento specialmente dalla parte delle acque che abbandonerà la paratoja della chiusa di scarico M N, che serve a vuotare il canale pel rigagnolo quando si vuol avere a secco per fare delle riparazioni. Vedesi quindi che si è regolato saggiamente questo scarico di fondo al di sopra di quest'acquidotto, e che per sostenere l'impeto della caduta si è costrutto il muro in pendio K L rivestito di pietre di taglio disposte a centinatura onde dare ad esso maggior solidità. Del resto, si ha cura di estrarre di tempo in tempo, la belletta che si ammassa in questi due pozzi che si costruiscono d' altronde tanto bene come il rimanente, con le precauzioni che convengono alla solidità di tali opere.

Siccome le figure 2 e 3 ne fanno vedere l'ingresso e l'uscita sarà facile riconoscerne le parti vedendo il rapporto che hanno insieme le lettere simili quindi tralascio una più lunga spiegazione. Aggiugnerò soltanto che siasi approfittato del rivestimento Z X di una delle dighe per servire di coscia al ponte O destinato al traino; che per impedire che le terre della diga R W scorrano nel canale, si sono sostenute con un muro T, figura 1, 4 e 5, elevato in forma di collare intorno all'acquidotto: e che per impedire alle acqua del canale il filtrare a traverso della volta si è intonacata di uno strato di cemento S, fabbricato come si è insegnato nella scienza degli Ingegneri, Libro III, Cap. XI.

1141. La Tavola 49 comprende le parti di un altro acquidotto avente un doppio passaggio L, il cui fondo dei pozzi A C, F E, N N figure 5 e 6 si trova a livello con quelle dell' acquidotto stesso, mentre nel precedente questi pozzi sono più bassi, nella qual cosa li stimo migliori per le ragioni da noi dette; ma ciò non impedisce che non debbano essere pavimentati in pietre dure onde resistere alla caduta delle acque e prevenire gl' infossamenti benchè non ne sieno avvenuti riguardo a questo. Siccome gli sviluppi di questo secondo acquidotto sono sopra una scala grande se ne distinguerà ancor meglio di poc'anzi la chiavica di scarico H K I, il ponte M del treno, e le altre parti, cercando le lettere simili che le accompagnano;

perciò non mi trattengo punto. Frattanto si osserverà nella figura 3 il profilo trasversale dell' acquidotto che si è praticato nel muro divisorio dei passaggi E acciò i lavoratori possano passare da una parte all'altra quando si tratta di nettarle o di farvi qualche riparazione. Se le acque straniere fossero molto abbondanti e invece di due passaggi no fossero occorsi tre, si ripeterebbero disponendoli come i precedenti, e questo è il partito che si prende quando si è liberi di farli alti come si vuole.

La pietra di taglio di cui si è fatt'uso nelle opere del canale di Picardia non essendo così buona per essere impiegata nell' acqua come quella onde si è costrutto il canale di Linguadoca, si fu costretti in questo primo canale a fare de' solari sul fondo degli acquidotti, presso a poco come per le platee delle chiuse, come giudicherassi dal progetto di uno di questi acquidotti che si fece senza pezzi perchè non si credettero necessari. Siccome ci possiam trovare in circostanze presso a poco simili, questo picciolo preventivo potrà avere la sua utilità.

1142. Fatto lo sterro necessario si stabilirà la fondazione dell' acquidotto ad otto piedi sotto il fondo del canale: essa avrà 25 tese e 5 piedi di lunghezza, e 20 piedi ed 8 pollici di larghezza, compresi 4 pollici di risega da ciascuna parte, supposto che il terreno sia solido. Questa fondazione sarà empiuta per 2 piedi di altezza con buona murazione di pietrame posata a bagno di malta di calce e di sabbia. Si stabilirà nel suo spessore un graticcio di legname i cui travi sono distanti tre piedi da un mezzo all'altro; essi avranno otto pollici di grossezza, tre tese di lunghezza sotto l' acquidotto, e quattro tese sotto i dilatamenti. La murazione fra queste travi sarà appianata ad un pollice presso la loro superficie per mettervi uno strato di malta di calce e di cemento; s'inchioderà su tutta la lunghezza di questi travi un tavolato grosso un pollice e mezzo; su questo tavolato se ne poserà un secondo per ricoprire le commessure del primo. All' ingresso ed all' uscita di questo acquidotto si pianterà una fila di palanche lunga 6 piedi e grosse 3 pollici, essendo ciascuna di queste palanche attaccata con due cavicchie di ferro alla traversa che sarà a ciascuna estremità dei dilatamenti. Si stabilirà la murazione dell'acquidotto su questo tavolato: esso avrà tre passaggi ciascuno dei quali lungo venticinque tese, larghi 4 piedi in opera ed alti altrettanto dal tavolato fino sotto la chiave delle volte che saranno a tutto sesto, ed il loro spessore di due piedi alla chiave; i due piedritti di mezzo che sosterranno queste volte avranno un piede e mezzo di spessore e formeranno parete al pari dei primi peducci delle volte.

I piedritti esterni avranno due piedi e mezzo di spessore e le loro estremità saranno dilatate per tre piedi di lunghezza formando le ipotenuse di un triangolo rettangolo il cui lato proveniente dal prolungamento della parete del piedritto avrà 30 pollici, e l'altro lato 20: essi faranno in seguito un angolo di tre piedi di lunghezza paralello alla diga del canale, la loro altezza sarà eguale a quella dell'estradosso dell'acquidotto. Quest'opera sarà fatta di murazione di malta di calce e cemento in tutta la sua estensione, tutte le pareti dei piedritti, dilatamenti e muri ad angolo saranno fatti in pietre di taglio ben condizionate e i due piedritti di mezzo formeranno paragbiacci all' ingresso ed all' uscita dell' acquidotto. Le volte al di sopra dei primi peducci saranno fatte in mattoni per tutto il loro spessore, poste

in buon legname; le teste delle volte saranno fatte in pietre di taglio; i cunei si legheranno con la murazione di mattoni e saranno di sufficiente grandezza per formare gli angoli dei dilatamenti.

Le faccie saranno terminate da un plinto di sei pollici di altezza e due pollici di sporto praticata nell'ultima corsia, il didietro dei piedritti esterni sarà montato a piombo in murazione di pietrame ben commesso e rimboccato; i reni delle volte saranno empiuti a livello dell' estradosso ed il tutto sarà appianato con uno strato di malta di calce e cemento di quattro pollici di spessore sparso di ciottoletti e strofinato colla cazzuola finchè non screpoli più.

Dopo la perfezione di quest' opera si farà un buon intonaco di terra grassa dello spessore di 3 piedi dietro la murazione dei piedritti e si stenderà quest' intonaco sotto il fondo del canale sopra l'acquidotto.

1143. La poca comodità che s' incontra in molti luoghi per far passare un acquidotto di murazione sotto il letto del canale fece sì che si ricorse ai truogoli di legname di cui si fa uso in simili casi per lo scolo delle acque quando non sono molto abbondanti. Essi compongonsi di grossi alberi greggi di 18 pollici almeno di diametro, ben retti e senza difetti, che si dividono in tronchi più lunghi che si possano impiegare; si segano in due parti eguali su la stessa lunghezza per scavarli a cinque pollici di profondità e 10 di larghezza in tutta la loro estensione, in guisa che queste due parti essendo commesse ad intaccatura, ben calafatate e catramate e fermate ogni quattro piedi con buone cavicchie di legno, formino un truogolo quadrato di 10 piedi di lato, osservando che abbia almeno tre pollici di spessore nel più debole che è agli angolo, gli alberi che le compongono si uniscono gli uni agli altri con un legame longo un piede, e sono incastrati, metà per metà, nelle commessure coperte di una lastra di piombo ben iochiodata.

Si osserva posando stabilmente questi truogoli che le commessure degli alberi poggino su due estremità di panconi; in quanto alle due estremità di ciascun truogolo, poggiano su travi lunghi 5 piedi per 6 pollici di squadrattura trattenute da palanche.

L'ingresso delle acque si limita con due pietre di taglio formanti una specie di lunetta avente un dilatamento di due piedi d' apertura e di 10 pollici di profondità per uno stesso spessore all' intorno. Quest' ingresso s chiude con una picciola grata di ferro, le cui barre distano 2 pollici ed è attaccata ad una soglia di pietre fiancheggiata da palanche.

1144. Quando indipendentemente dalle acque che si tirano dal punto di divisione, si incontrano *sbiechi* ove nascono in maggiore abbondanza che non ne occorra per mantenere questa parte del canale a conveniente altezza per la navigazione, come avviene talvolta quando si trovano delle sorgenti abbondanti nel fondo, ovvero che occorre necessariamente ricevere alcuni piccioli fiumi o ruscelli, si pratica nello spessore della diga opposta a quella per cui entrano, uno o più scaricatori per lo scolo delle acque superfilare che si ricevano in una contrafossa per farle rientrare nello sbieco inferiore se si giudica necessario. In tal caso si osserva di collocare gli scaricatori più presso che si può alla chiavica superiore di una conca per diminuire il loro tragitto, oppure si conducono ne' luoghi ove solevano raccogliersi prima della costruzione del canale. Le figure 1, 3 e 6 della

Tavola 50, rappresentano il profilo, l' alzata e la pianta di un tale scaricatore che si suppone largo 15 piedi.

Si sostengono a destra ed a sinistra le terre della diga che si è tagliata, con due muri A F G B, figura 1, di uno spessore proporzionato alla loro altezza, insieme uniti con un terzo muro M K L D, elevato sopra il livello H C del letto del canale per un'altezza M K eguale alla profondità a cui l'acqua dev'essere mantenuta, che d'ordinario è 5 piedi. Questo moro di cui L D, figura 3, rappresenta la faccia esterna è coperto di pietre di taglio con uno sporto per rimandare le acque sopra una picciola platea D E terminata da una fila di palanche N. Il tavolato di questa platea è inchiodato come al solito sopra traverse O distanti quattro piedi, su cui dev'essere incastrata una piattaforma R, figura 6, per ricevere il paramento di ciascun muro del profilo delle dighe elevato sopra la fondazione B A, di cui faccio parola, supponendo che si farà secondo che esige la qualità del fondo. Si osserverà costruendo questi muri, di praticare in ciascuno un incastro F I, figure 1 e 6, per collocarvi uno o due travicelli atti a sostenere le acque del canale ad una più grande altezza del solito. Per la continuazione del cammino di treno, si fa sopra ciascuno di questi scaricatori un ponte di legname composto di quattro panconi aventi 9 in 10 pollici di grossezza, a traverso de' quali si attaccano dei tavoloni di 9 piedi di lunghezza per tre pollici di spessore.

1145. Riguardo alle chiuse a paratoje per l'ingresso delle acque se n'è riportata una su la stessa tavola di cui basta vedere gli sviluppi per giudicarne. Si suppone 1.° (figura 2) che il fondo della contrafossa o del rigagnolo sia al livello della platea A O, corrispondente all'ingresso delle acque o che questa platea sia elevata secondo il bisogno. 2.° Che il trapezio D X V A rappresenti la sezione fatta nella sponda X V, per condorre le acque della controfossa o del rigagnolo nel canale: che il profilo E F G H K T, marca uno dei muri che sostengon la diga, la cui piaota, figura 4, si è indicata colle lettere precedenti, quindi che l'elevazione del muro di caduta N che li lega esprima la profondità del canale, il cui fondo è a livello con la platea inferiore. 3.° Che questa chiavica è divisa in tre passaggi dalla pile L M, innalzate sopra il muro di caduta, onde chiuderle con tre paratoje O, P accompagnate da un ponticello e per facilitarne la manovra. Inoltre le figure 5 e 7 che rappresentano l'elevazione interna ed esterna di questa chiavica compiranno di darne compiuta intelligenza considerando il rapporto reciproco delle parti che hanno eguali lettere.

Passo sotto silenzio i dettagli appartenenti alla costruzione per non annojare ripetendo la stessa cosa, perchè dietro i disegni che ne diamo sarà facile giudicare a che debbasi ridorre non contenendo nulla che non sia stato insegnato precedentemente.

1146. Abbiam detto all'articolo 1122 che quando un canale deve attraversare de'valloni in cui scorrono fiumi o ruscelli più bassi del letto del canale, allora si fa passare su ponti canali, così chiamati per avere la figura di un ponte di murazione formato di varie arcate sotto cui scorrono le acque della valle, come se ne vedono molti nel canale di Linguadoca e fra gli altri quello di Trebes e che riportiamo su la tavola 51 su cui ci tratterremo un poco.

Dopo aver determinato l'intervallo delle due coscie N N, C D secondo

la quantità delle acque che debbono passare sotte le arcate nei tempi delle massime piene, e regolato il numero di queste arcate secondo la lunghezza che si dovrà dare ad esse, per non moltiplicare le pile senza necessità, per timore di restringere il passaggio delle acque; in una parola, dopo aver prese tutte le misure necessarie in conseguenza delle livellazioni per determinare l'altezza e lo spessore delle stesse arcate alla chiave, se ne riempiono i reni con buona murazione per mettere il tutto a livello, poscia vi si stende sopra un mantello di cemento, acciò le acque che passerauno sopra il pavimento, servendo di letto al canale, non possano mai traspirare a traverso delle arcate di cui cagionerebbero la ruina senza questa precauzione. Si determina del pari la lunghezza del ponte pel passaggio dei battelli, che si ridurrà volendo ad uno solo, mentre nell'acquidotto di cui parliamo, che ha trentasei piedi di lunghezza, ne possono passar due di fronte. Quanto alle banchine G R, OP, non si possono dare ad esse meno di sei piedi senza comprendervi lo spessore dal parapetto B, che qui non è innalzato se non verso il cammino di treno O P, perchè si credette inutile dalla parte Q R.

La figura 4, che è un profilo che passa per la chiave dell'arcata di mezzo, mostra che il piede delle stesse banchine è fortificato da un pendio marcato in pianta L K, la cui base è eguale all'altezza. Inoltre si è terminata ciascuna estremità di coscia Q N ed O N con muri ad angolo retto N M, figure 1 e 2, fondati a cascate su le sponde della valle, onde impedire che le grandi acque scoprano le coscie, delle quali la pianta è indicata nella figura 3, come pure la posizione dei contrafforti compresi nel perimetro X C D Y. Vi si vedono pure i fondamenti S T V contornati in guisa da ricevere i muri I K H, figura 2, che congiungono l'acquidotto col canale; perciò gli angoli H segnono il pendio G delle sue sponde coperte di acqua fino ad un piede circa sotto le banchine. Si suppone che gli spazj E ed F sieno riempiti di buona terra ben battuta, e con argilla lungo i muri H per impedire che l'acqua del canale sfugga dietro gli angoli M, alla qual cosa bisogna aver molto riguardo nel costruire queste specie di ponti; perciò non si deve trascurare questi rivestimenti e le file di palanche raddoppiate nei luoghi che si stimeranno necessarie. Dirò della decorazione di un tal ponte e dei dettagli appartenenti alla sua solidità, parlando della costruzione dei ponti in generale.

1147. Ci resta a far menziona dei ponti che si costruiscono sui canali per la comunicazione del paese. Quand'essi corrispondono a grandi vie, si fanno comunemente di murazione, formando un'arcata sola, la cui larghezza si regola con quella delle chiuse che non oltrepassa i 20 piedi nei canali ordinarj elevati a sufficienza pel passaggio libero dei battelli. Si trae profitto quanto si può dai muri di coscia quando se ne incontra presso la direzione della via, ovvero si fanno espressamente per non costringere i viaggiatori a giri troppo grandi. Siccome ciò che si deve osservare per istabilire solidamente questi ponti appartiene ai seguenti capitoli, mi riservo a quelli per evitare le ripetizioni; frattanto si osserverà 1.° di continuare le estremità delle cosce con quattro ale formanti dilatamento per facilitare alle vetture l'imboccamento del ponte, e di terminare queste ale con pezzi di muro lunghi 8 piedi la cui sommità deve esser fatta a rampa coperta di pietra da taglio ed allineata alle sponde del canale per sostenere le

terre; 2.° di fare la volta a tutto sesto nei luoghi ove il canale passerà per pianure ed ove le coscie non avranno che poca elevazione, onde l'origine della volta, cominciando a 4 piedi sopra il livello delle acque, la chiave sia elevata 14 piedi almeno pel libero passaggio dei battelli; nel caso in cui le sponde del canale sieno molto elevate, potrassi volendo, far questa volta ribassata quanto si crederà conveniente; 3.° di ricoprirne l'estradosso con un mantello di cemento terminato in pendio fin dietro le coscie, il cui spessore si regolerà secondo la loro altezza; 4.° quando questi ponti si fanno nel luogo di un canale munito di contrafosse, si osserverà di praticare sotto le rampe degli acquidotti pel libero passaggio delle acque, osservando di non dare a queste rampe più di cinque pollici per tesa onde renderle comode al passaggio delle vetture.

1148. Quando non si tratta che di strade trasversali per comunicare da un villaggio all'altro, basta talvolta un ponte levatojo di legname a due tavolati, e in questo caso si regola su quanto segue per la muratura ed il legname.

Si stabilisce questo ponte su due spalle di murazione lunghe 20 piedi nel nudo delle due pareti, grossi 4 piedi con 7 di altezza, sopra la loro fondazione, più o meno secondo il livello della campagna che loro corrisponde. Le estremità di queste coscie giugneranno all'altezza della scarpa delle dighe del canale, avranno quattro tese e tre piedi di lunghezza per tre piedi di spessore e formeranno degli sfiancamenti distanti tre tese e tre piedi dalla linea prolungata dalla parete delle stesse coscie. A sei pollici dall'appiombo della parete di ciascuna coscia si porrà una soglia di legname lunga 21 piedi e grossa 12 pollici, che agguaglierà il di sopra della murazione.

A quattro piedi e sei pollici da una parte e dall'altra presi dal mezzo della soglia, si commetteranno nella faccia esterna del canale due soglie pure incastrate bene nella muratura per ricevere i legami estremi di un telajo: queste sole avranno 5 piedi di lunghezza ed uno di grossezza; ciascun telajo sarà composto di due pali alti 11 piedi, coperti di un cappello lungo 12 piedi e grosso 12 pollici, formante una porta larga 9 piedi per 11 di altezza, i cui legami saranno a curva.

I pali saranno puntellati da quattro legami commessi nella soglia e quattro altri nelle sole; i grandi legami avranno 8 piedi e 6 pollici di lunghezza ed i piccioli quattro piedi e 6 pollici. Per assicurare i tavolati del ponte si poggeranno sui cappelli dei due telaj lunghi ciascuno 24 piedi 1/2 per 10 pollici di squadratura intaccati un pollice e mezzo, ed attaccate con cavicchie sopra l'appiombo della faccia esterna dei montati coi quali saranno trattenuti da quattro legami. Questi panconi porteranno nel loro mezzo una traversa lunga undici piedi e grossa 8 in 9 pollici, su cui poggeranno le estremità della freccia dei bilancieri.

I due tavolati avranno 9 piedi di larghezza e dieci piedi e dieci pollici di lunghezza per ciascheduno: le loro teste e coscie saranno 9 pollic grosse, per commettere 5 travicelli a maschj e femmina rinforzati, gli esterni avranno 8 pollici, e quelli di mezzo 6 pollici di grossezza, ricoperti di tavoloni grossi due pollici.

Le saette dei due bilancieri avranno 2, piedi di lunghezza per ciascheduna, 14 pollici di grossezza nel forte e nove all'estremità; la loro mo-

messura avrà 9 piedi di lunghezza, come il ponte, la culatta 14 pollici, le due traverse un piede, e le due croci di S. Andrea 8 pollici di grossezza.

I perni che porteranno i bilancieri ruoteranno sopra ralle di ferro attaccate su l'angolo esterno del cappello. Le ralle dei tavolati lo saranno su la faccia interna dei pali; le catene di questo ponte, come pure le altre ferramenta saranno di una forza conveniente alla loro destinazione.

1149. Quando un canale attraversa una montagna su la quale s'incontra una gran strada, cui bisogna conservare facendo un ponte, fa duopo per non raggiugnerla con una discesa troppo ripida e poscia risalirne un'altra incomoda del pari, stabilire questo ponte sopra due coscie elevate a conveniente altezza, e tagliare la sommità della montagna con due strade incavate C O in dolce pendio, che diminuiscono l'elevazione degli accessi e seguire presso a poco la disposizione del ponte rappresentato dalle figure 2, 4 e 5 della tavola 52, che mostrano come sotto il letto del canale si stabilisca una fondazione A B, composta primieramente di un graticcio che serve di piattaforma ad un massiccio di murazione grosso 2 piedi circa, ricoperto da un secondo graticcio col suo tavolato D D, il tutto incassato in un recinto di palanche per ricevere la testa delle coscie H I K L, figure 4 e 5, ed il resto elevato su fondamenti D C stabiliti a cascate; seguendo le banchine che abbiam detto, all'art. 1121, doversi fare per sostenere le terre di tale escavazione. Vedesi inoltre che per la continuazione della via di treno E si è praticato un passaggio a traverso di ciascuna coscia e fatto un ponte levatojo Z a doppio tavolato sopra il canale. Non già che ad una pari altezza di coscia, che qui è più di 40 piedi, un'arcata non fosse stata più conveniente, poichè non avrebbe cagionato nessun ostacolo al passaggio dei battelli; ma le figure che io do sono prese dal progetto che altrevolte fece il maresciallo di Vauban il quale per rendere navigabile la così detta *nuova fossa* fra Aire e Sant' Omer congiugnere con ciò la Lis col fiume Aa, e che in un paese tanto soggetto alle guerre potrebbero avvenire delle circostanze in cui fosse conveniente interrompere la comunicazione della Fiandra coll' Artois, preferì un ponte levatojo ad uno di murazione.

1150. Quando una città grande è attraversata dell' imboccatura di un fiume navigabile alle navi di mare, e che per la comunicazione delle due parti di questa città, si fa un ponte di muratura composto di molte arcate, bisogna necessariamente sopprimerne una nel mezzo pel libero passaggio dell'alberatura dei vascelli mercantili. Siccome questo passaggio deve essere almeno di 40 piedi di larghezza fra le pile adjacenti, la difficoltà è quella di congiugnerle con un doppio ponte levatojo, ciascuna tavola del quale abbia 20 piedi di lunghezza. Ora siccome qui non si tratta di sostenere le estremità delle loro freccie come nell'art. 1148, con una traversa poggiata su due panconi che qui avrebbero soverchia lunghezza abbiamo cercato il mezzo di farne a meno dando ai tavolati dei solidi appoggi, al qual fine crediamo essere giunti, come se ne giudicherà considerando le figure 1, 2 e 3 della Tavola 53.

Supponendo che l'intervallo A B marchi la larghezza che si sarà giudicata a proposito di lasciare al passaggio di cui si tratta, le pile A L e B L quelle che debbono servire di coscie al ponte levatojo N O, la cui seconda figura rappresenta uno dei tavolati levato, e la terza l'altro abbassato

avente PQ per freccia, IV per bilanciere, figura 1, appoggiato ad un telajo fatto di buona murazione; si osserverà che verso i due terzi della lunghezza di ciascun tavolato NO è sospeso un cavalletto mobile EHIE, composto di un cappello HI ove sono i perni della trave GK e delle aste CFC, che quando questo ponte è abbassato, come nella figura 3, la trave poggia sopra una risega fatta espressamente lungo ciascuna coscia per servire di appoggio al cavalletto e quindi al tavolato che vi corrisponde mediante il cappello M. Siccome fa d'uopo che le travi si alloghino da sè su tali riseghe, quando dopo aver innalzato i tavolati come nella figura 2, si abbassano, si suppongono in ciascuna coscia due fenditure CD pel libero passaggio delle catene EL attaccate sotto i legami C, sostenuti ciascuna un peso S, che sale e discende secondo i movimenti del tavolato corrispondente, per mezzo delle carrucole o rulli L che si suppongono agire liberamente nei luoghi ove si vedono collocati, il che sarà meglio mostrato delle figure che da una più lunga spiegazione.

1151. Per comunicare al disopra di un tale passaggio come per quello delle chiuse, si fa anche un ponte girante diviso in due parti ciascuna, metà del quale si ripiega su la sua coscia per l'ingresso e l'uscita dei vascelli, o se questo passaggio non è che di mediocre larghezza e non eccede 24 piedi, si fa questo ponte di una parte sola che gira sopra una delle coscie, ove si piega quando è chiuso, e si appoggia su l'altra quando è aperto come quella che si vede su la tavola 32 del volume precedente. Siccome questa specie di ponte s'impiega talvolta sopra un canale ne abbiamo riportato un esempio colle figure 5, 6 e 7 della tavola 53, ove si suppone in un terreno incerto le coscie AB, figura 5, poste sopra una buona fondazione costrutta come quella menzionata all'art. 1149, che si troverà dettagliata inseguito descrivendo la Tavola 58. Frattanto, siccome il seguente gira su ciò che appartiene alla costruzione di queste specie di ponti, non mi vi arresto, e mi appagherò di dire che non s'impiegano sui canali, se non in quanto possono servire di barriera in tempo di guerra contro le incursioni dei nemici, o per impedire il passaggio delle merci proibite; allora si fanno de iridotti di murazione per contenere dei posti che si stabiliscono tutt' alla lunga per difendere il passsggio del canale. Aggiugnerò di sfuggita che se nel costruirlo si avesse luogo a sospettare che potesse divenir vantaggioso all'inimico in tempo di guerra pel trasporto delle sue munizioni, si dispongono nelle spalle della chiusa dei fornelli di mine per distruggerle in caso di bisogno, e con ciò mettere fuori d'uso la navigazione.

1152. Ecco in questo capitolo e nel precedente le diverse opere che possono entrare nella costruzione di un canale navigabile, onde sarà facile formare un progetto generale di quello che si vorrà far eseguire, osservando di terminare tale preventivo con le condizioni a cui sarà obbligato l'appaltatore che avrà l'asta dei lavori in essi compresi, avendo cura di spiegarli in guisa che tolgano le quistioni che potrebbero insorgere da parte sua nel corso del lavoro, e dopo terminato. Il mezzo sicuro di dare a tale preventivo l'ordine e la chiarezza che debbono convenirgli, si è quello di prendere lo spirito di quello da noi dato per modello nel capitolo quattordicesimo del primo libro di questa seconda parte.

CAPO DECIMO

DELLA COSTRUZIONE DEI PONTI GIRANTI ED ALTRI A QUATTRO BRACCIA, RECENTEMENTE IMMAGINATI PEI CANALI CHE S'INCROCIANO.

Sezione I.

Dei ponti giranti ed altri a cerniera.

1153. Di tutti i ponti giranti che sono giunti a mia cognizione non ne ho veduto di più compiuti di quello che è su la grande chiavica di Cherburg, che si sa essere lungo 40 piedi, articolo 314. Questo ponte avendo per oggetto il facilitare l'ingresso o l'uscita dalla città, ebbe d'uopo di essere molto solido per renderlo capace di sostenere il passaggio continuo delle vetture. Nondimeno Caux trovò il mezzo di renderne così agevole la manovra pel suo ammirabile meccanismo, che ho creduto di non poterne riportare nessuno più degno di essere imitato, lasciando alla discrezione di quelli che ne faranno costruire il diminuir la grossezza dei legnami secondo la larghezza del passaggio, quando avrà meno di 40 piedi e secondo che proverà maggiore o minore fatica; del resto potrassi, volendo, non farvi cangiamento veruno quando ne avrà di più fino a 48 piedi che è la larghezza che si dà alle chiaviche destinate al passaggio dei più grossi vascelli di primo ordine, articolo 120.

La figura 1, delle due tavole relative a questo discorso rappresenta d'alto in basso la parte della pianta di una grande chiavica ove sono marcate le due metà di un ponte girante, largo 12 piedi, una delle quali è ripiegata e l'altra disposta a ricevere la congiunzione della precedente per formare il passaggio; la seconda e la quinta indicano il profilo e la pianta dello stesso punto. È vero che non se ne vede che una metà intera, essendo l'altra troncata per non dare a questa tavola una lunghezza incomoda; ma questa disposizione basta per giudicare del resto, principalmente dell'incassatura di questa metà per mostrare come è inchiavata la sua coscia alla estremità di esso in un incastro onde mantenerla nella prima posizione, come a tempo dettaglieremo.

1154. Ciascuna metà di questo punto è composta di 5 travi quadrate A di 40 piedi di lunghezza il cui grosso capo verso la coscia F ha 9 pollici di spessore per 18 d'altezza e il picciolo verso la volata B di 7 per 14 commesso a doppio maschio e femmina con gli stessi pezzi il primo de' quali è E di 24 per 26 pollici di squadratura e la seconda B di 15 per 20.

Sotto le travi maestre altre minori ve ne sono B B, figura 2, di 8 pollici di spessore e 15 di altezza media; le prime sono puntellate dalle traverse Æ di 12 per quattro pollici, a traverso delle quali passano per tutta la larghezza del ponte delle cavicchie che le frenano in modo da non potersi sconnettere. Quest'armatura è posta verso la coscia su quattro traverse, figure 5 e 10 le cui prime di 16 per 30 pollici di grossezza sono congiunte colle traverse A B, figura 5 e contengono la ralla Q del perno P, figura 2 e 10. Sono esse legate da curve o quarti E di 8 per 9 pollici formanti all'esterno un cerchio di dieci di diametro, ove sono applicati ad eguale distanza otto girelle R che sollevano il ponte quando si apre e si chiude, mentre per poco che oscilli esse poggiano sopra una lamina di ferro incastrata nella piccola forma Z dell'incavatura. In quanto alle altre due traverse D di quattordici per ventiquattro pollici che rinchiudono il cerchio precedente, esse sono ben legate in I, legano le travi supposte e contribuiscono a fortificare il tutto; d'altronde esse sono attaccate al pari degli altri pezzi con cavicchie e staffe di ferro. Riguardo al perno ed alla ralla di ciascuna metà di questo ponte, ne abbiamo dato il dettaglio all'articolo 422, che ora bisogna rileggere; ma importa sapere che questi pezzi sono posati a sedici piedi dalla sponda superiore della volata F, e per consegnenza da ventisei piedi a quello della volata B, supponendo ciascuna metà del ponte di quarantadue piedi di lunghezza che trovasi divisa dal perno in due parti delle quali la minore sta alla maggiore come quindici a sedici, o come otto a tredici, per essere presso a poco in equilibrio, dico presso a poco, perchè è molto difficile riescire esattamente in ciò in un sistema così complicato di pezzi di legname e di ferramento, quantunque vi si supplisca, attaccando qualche grave al punto che ne abbisogna.

1155. La coscia F è contenuta da un incastro di pietra di taglio, come dimostrano distintamente le figure 2 e 10, e questa coscia è munita di sei rotelle S e T, tre al disopra ed altrettante al disotto, ed agiscono su quadranti circolari di ghisa inchiavate in V nell'incastro e sul pavimento, quando il ponte è in moto; perocchè quando ciascuna metà passa sopra un palo solo, queste rotelle non sostengono nulla, non essendo state messe che per alleggerire l'altro quando si tratta di aprirlo o di chiuderlo; ma per impedire che quando è a sito soffra troppo, si è sostenuto con quattro sostegni di ferro, dei quali si farà menzione quando avremo terminato ciò che si riferisce al legname.

I parapetti per ciascuna metà del ponte sono composti di quattro travi H di nove pollici in quadratura, messi a maschio nelle estremità dei pezzi circolari B e O aventi nel loro intervallo dei travicelli I grossi sei in sette pollici commessi con le due travi quadrate maestre estreme, il tutto coperto da un cordone di appoggio K di nove per 9 pollici di squadratura avente al di sotto due panconi L di tre pollici in quadrato posati a rombo. Questi parapetti sono sostenuti nel luogo dei travi e travicelli da legami G che servono di paracarri figura 4 e 5, e perciò sono rivestiti ciascuno di una banda di ferro a gonuto facente parte delle altre A D che guarentiscono il tavolato del ponte grosso tre pollici dall'impulsione delle ruote, e acciò lo stesso tavolato si conservi nel mezzo è coperto da un raddoppiamento A di tavole di olmo grosse due pollici.

Vedesi che i pezzi circolari B, figura 2 e 12, alle estremità delle volate sono tagliati in guisa che s'incassino uno nell'altro nel congiugnersi. Acciò questa congiunzione si faccia senza sforzo, e che si possano separare facilmente si è trascurata la curvatura delle volute B e quella della coscia F con un centro diverso da quello dei pali, come vedrassi considerando la figura 7.

1156. Tirata la linea F G perpendicolare su la larghezza del ponte, di modo che essa passi pel centro A del perno corrispondente alla metà D K B R dello stesso ponte si prenderà su questa perpendicolare al di sopra di A il punto H distante due pollici, ed al disotto un altro punto I distante tre pollici dallo stesso centro, poscia si adoprerà il primo H dell'intervallo HD per tracciare l'arco D V K della coscia e del secondo L per tracciare l'arco RTB della volata avente per raggio l'intervallo IR. Trovando del pari sopra il centro del perno M dell'altra metà del ponte il centro S della sua coscia, si descriverà l'arco OYN con l'intervallo SO, poscia dai centri A M dei perni si descriveranno pure gli archi KE, O P aventi per raggio KA ed MO che termineranno di descrivere le sponde D K E, N O P degl'incastri.

Aperti i catenacci che legano insieme le due volate, vedesi che se la metà DKBR del ponte è tirata secondo la direzione D V da una potenza applicata in D che girando sul suo perno A, la coscia D K camminerà verso E, e il punto B della volata B R si avanzerà verso C senza trovare veruna resistenza contro l'altra Q C, da cui si allontanerà sempre più a motivo che il raggio A B è più picciolo dell'intervallo A C, quindi fra queste due volate rimarrà un punto che aumenterà a misura che camminerà lo stesso punto B. Sarà lo stesso degli altri punti T intermedj fra B ed R, il che è facile ad intendersi.

D'altronde succederà lo stesso effetto alla coscia D V K, cioè che camminando verso E essa allontanerassi sempre più dal cordone dell'incassatura perocchè il raggio A D che ha per centro il palo è più picciolo di H K ed A H di modo che questa coscia non potrà avere nessun attrito nell'estensione dell'arco D K E, appena che il punto D si muoverà.

È chiaro che per ripiegare il ponte si comincia dalla metàD K B R, e che soltanto dopo essere allogato nella sua imposta si fa girare l'altra metà C Q O N per cui si comincia quando si vuol render il ponte praticabile. Allora la volata della prima si avvicina sempre più alla seconda finchè i punti B e Q sieno uniti, il che si fa con un moto più dolce, potendo bastare a metterla a sito, la forza di un uomo applicata a ciascuna metà, tanto se si vuol aprire come se si vuol chiudere il ponte, e invece se il centro delle curve che terminano le volate e le coscie fosse lo stesso di quello dei pali, vi sarebbe un attrito assai difficile da superare per congiugnere o disunire le due metà del ponte, il che non si potrebbe fare senza il soccorso degli argani come in quello di Havre de Grace che è incomparabilmente più leggiero di questo; essendo tal ponte così debole che il passaggio delle vetture vi è proibito, benchè nella situazione più frequentata della città, il che è grande incomodo pel commercio, pel giro vizioso che sono costrette a fare.

Per limitare il movimento del ponte di Cherburgo, affinchè le coscie non rovescino la tavoletta delle spalle, si sono armate le estremità E e P, fig. 7 degl'incastri con un tallone di ferro infisso nella murazione di modo

che non possa essere smosso per quanto sia violento l'urto delle coscie; del pari, acciò le volate si fermino nel congiugnersi, si sono attaccate delle alie sui lati Q ed R che sporgono tre o quattro pollici fuori dalla congiunzione delle volate; affinchè, avendole chiuse, si trovino nel giusto allineamento che loro conviene per far uso dei catenacci onde sono fermate, nel modo seguente.

1157. È tempo di passare alla spiegazione delle ferramenta di questo ponte, cominciando da quelle dei catenacci che servono a legare le due volate, una delle cui estremità è espressa molto in grande nelle figure 12 e 13, che ne marcano il profilo e la pianta: il che si riconoscerà considerando che A indica le estremità opposte delle travi quadrate maestre commesse con le due volate B; C il tavolato del ponte; D i due pali di parapetto corrispondenti agli stessi lati, le cui piaghe L devono ricevere i maschi delle cacciaruote espresse nella pianta, come anche le loro bande di ferro E incastrate nel legno per tutta la loro grossezza, la prima nel mezzo della faccia, e le due altre sui fianchi, come se ne può giudicare della figura nona, ove H marca il piede di un palo, e G quello di uno dei cacciaruote.

Questi catenacci indicati qui con F hanno circa piedi sei e mezzo di lunghezza, e diciotto per trentasei linee di grossezza; sono ritenuti da quattro ramponi G ad alie, attaccati con chiodi e viti, osservando che le due presso la congiunzione hanno braccia che attraversano lo spessore delle volate B sotto le quali sono ribattuti, affinchè questi catenacci sieno fermati in guisa da non essere amossi dal loro posto. L'estremità H di ciascheduno è a gomito e forma un'alia che riceve i colpi di mazza che vi si applicano quando si tratta di aprire o di chiodare il ponte col meccanismo seguente.

1158. Presso il palo KD è un cappello ad alia I attaccato sul ponte con la stessa precauzione dei precedenti. Questo, aperto in alto, ha due fori che servono di registro ai perni di un'asta di ferro K con un gomito al basso, a guisa di forcella a due braccia, terminata in alto in forma di paletta rotonda, per ricevere un ganghero a vite P L, il cui dado fg è praticato nello spessore di una piastra di ferro attaccata sopra una delle faccie del cacciaruota contro cui si applica quest'asta quando le due parti del ponte sono riunite. Il suo scopo è quello d'impedire che i catenacci F essendo a sito nessuno possa tirarli se non quello che è incaricato della manovra del ponte; perciò la testa della vite è inviluppata in una cassa cilindrica di ferro N, saldata alla paletta di quest'asta.

Essendo adunque il ponte nella situazione quivi supposta, e volendo separarne le parti, si fa uso della chiave M che si adatta con la testa P della vite per farle girare, finchè sia uscita dal suo dado, senza potersi separare dalla scatola N, acciò vi si trovi inchiavata da un anello e da un collare. Dopo di che si fissa sul catenaccio HL l'asta K accompagnata dalla scatola N; allora questo catenaccio si tira battendo con la mazza su l'alia H, perchè il tallone O che si trovava formato dall'asta K, abbia la libertà di passare a traverso dell'incavatura lasciata dalla parte forcuta; così, tirati i catenacci al di qua del congiungimento dei tavolati, le due parti del ponte possono separarsi. Per chiuderlo si batte di nuovo su l'alia H in senso contrario al precedente fino al momento ch'essa ha congiunto il primo rampone H, poscia si leva l'asta K, e si fissa verti-

calmente contro la faccia del paracarro adjacente per mezzo della vite PL: in questa posizione il piede dell'asta mantiene il tallone O, e quindi i catenacci sono in una situazione da non poter essere spostati.

1159. Si è detto all'articolo 1154 che ciascuna metà del ponte era sostenuta da quattro sostegni, due dei quali come Y, figure 5 e 10, corrispondevano al di sotto delle estremità della prima traversa D, quando si trovava nell'allineamento delle spalle della chiavica, e due altre alle estremità delle coscie F; ma per non confonderle con le precedenti che sono diverse, spiegheremo primieramente le prime, una delle quali è rappresentata in faccia, in profilo ed in pianta dalle tre figure segnate 6.

Trattasi primieramente di un'asta composta di tre pezzi di ferro, due de' quali foggiati come A F sono attaccati sopra una trave, il tutto legato da un terzo pezzo B mediante due chiavi H ferrate all'estremità con capiglie.

I due primi AC più elevati del precedente servono a contenere un asse D che li infila; il suo uso è quello di muovere un dente a rocchetto G che si distingue ancor meglio espresso in grande da IKL, figura 11, di cui MN marca l'asse. Quando questo dente è situato come qui, la sua parte inferiore L poggia su l'asta B, figure 6 ed 11, e la superiore I sostiene una delle estremità della traversa D del ponte, come vedesi marcato in Y, figura 10, e solleva le girelle R; perciò si è incastrato sotto questa traversa una fascia di ferro per guarentirla dagl'intacchi che l'attrito di questo dente avrebbe fatto ben presto.

Per mettere le cose in questa situazione si fa uso di una chiave N di un pollice di diametro e di tre piedi di lunghezza, rappresentata sotto la figura 3. Si passa l'estremità del perno D, figura 6, in uno degli occhi di questa chiave che allora trovasi situata orizzontalmente, al pari del dente che non tocca il di sotto del ponte più di B; ma sollevata la chiave per renderla verticale, il dente prende pure la stessa posizione e s'incontra il di sotto del ponte ch'essa alquanto solleva appoggiandosi all'asta B. Quando si vuole ripiegare il ponte si fa uso della stessa chiave cioè si mette nella posizione verticale per forzarla a discendere fino all'orizzontale; allora il fianco del ponte che sosteneva si appoggia tutto intero sul suo perno per ripiegarlo, supponendo che siasi fatto la stessa cosa all'altra estremità della traversa D, come pure ai due sostegni della coscia.

1160. Per intender bene questi due ultimi sostegni bisogna considerare nella figura 10, il pezzo di legname G chiamato rinforzo attaccato sotto la trave grossa estrema A presso la coscia F, osservando che questo rinforzo è qui rappresentato su tutta la sua lunghezza, mentre è troncato nella figura 8, che rappresenta le stesse cose ancor più in grande. Si osserverà che la figura 9 fa vedere la faccia esterna della coscia F, figura 10, presa alla sua estremità sinistra all'ingresso del ponte, come se ne giudicherà considerando una delle tre rotelle S del diametro di nove pollici, posata sopra la scanalatura della stessa coscia e al di sotto dell'incastro V che riterrebbe questa coscia se il peso della volata volesse portarla via. Lo stesso dicasi degli altri pezzi comuni a queste due figure.

Ciò posto si sappia che ciò che chiamasi sostegno della coscia è un pezzo di ferro X figura 8, lungo tre piedi avente un tallone E di due pollici in quadratura che si appoggia sul cerchio V, figura 5; esso è in-

castrato nella risega, che è all' intorno della piattaforma del tino; questo tallone porta al di sopra un uncino C. L'altra estremità di questo sostegno, che si riduce a mezzo pollice di spessore per uno di altezza, è terminato da un asse mobile negli occhj di una staffa A attaccata alla trave maestra corrispondente, ed al rinforzo G che l'accompagna, figura 10. Quando nulla costringe questo sostegno, esso è sostenuto da una molla D, rappresentata pure da D C, figura 9 attaccata sotto la coscia F, in guisa che il tallone E non possa appoggiare su la piastra V, se non vi è costretto da una potenza superiore alla forza di questa molla, come vedrassi. Sopra il tallone E vi è una staffa B attaccata solidamente sotto la coscia F, che sostiene i perni H di un pignone composto di due denti rappresentati in grande nella figura 11, l'uno espresso da B C D E, e l'altro da B A F E, avente G H per perno che si muove secondo il bisogno coll'ajuto della chiave V, figura 3. Per esempio quando si vuole fermare il ponte, il rocchetto è allora situato come qui si vede, cioè il dente superiore B C D E sostiene il ponte e l'altro B A F E poggia sul tallone, che in questo caso si appoggia alla lastra V, ed all'incontro quando lo stesso tallone è sostenuto della molla D del sostegno X questo rocchetto trovasi in posizione orizzontale *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, il che si fa col meccanismo seguente; ma prima giova avvertire che i due pezzi C della figura 3, marcano la pianta ed il profilo di questo sostegno rappresentato più in grande nella figura 8; perciò non si può tener conto della precedente, non essendo veduto nello stesso senso.

L'estremità H dell'asse, figura 8 che sporge su la cappa è quadrata per ricevere l'occhio della chiave che trovasi situato orizzontalmente quando il rocchetto vi è da sè stesso come *a*, *b*, *c*, *d*, *c*, *f*, allora rendesi verticale sollevando la chiave; in questo caso il dente *b*, *c*, *d*, *e*, prende nell'ascendere il di sotto del ponte nel luogo ove ad esso si è incastrata una fascia di ferro e l'altra *b*, *a*, *f*, *e*, viene ad incontrare la sommità L del tallone E, figura 8, e lo costringe a discendere su la lastra V, malgrado la resistenza della molla D; cioè il rocchetto agisce in due sensi opposti l'uno dal basso all'alto e l'altro dall'alto al basso. Volendo liberare il ponte per farle girare, non occorre che di accomodare verticalmente la chiave col rocchetto poscia ridurla fino all'orizzontale; allora il dente superiore abbandona il ponte, e l'inferiore che serrava il tallone prende nel di sotto l'uncino C, leva il sostegno X e lascia agire la molla.

Aggiugnerò che nella figura 9 si vede un bottone W, attaccato ad una delle estremità di ciascuna coscia ove si lega un canapo per aprire il ponte mediante un argano, quando s'incontrano alcuni ostacoli che gl'impediscono di essere mossi a forza di braccia, e che nel luogo della congiunzione delle volate, come alle sponde delle coscia, si è attaccata con cerniere una tavola a guisa di valvola per coprire le fenditure che s'incontrano in questo luogo, ed impedire che vi cadano immondizie.

1161. Vi è pure un altro modo di sostenere le coscie dei ponti, più semplice del precedente, ma meno comodo, che vedesi eseguito ad Havre de Grace: esso riducesi ad un cilindro N posato a traverso della lunghezza della coscia AB di una metà del ponte, che gira sul perno E del dado C D, situato presso la parete della spalla C F, ed il bilanciere poggia su varie animelle I che si muovono lungo la piastra circolare K vicino al rialzo

L M; perocchè quando si solleva la coscia con leve e si tolgono i cunei che ritenevano il rullo, esso discende da se lungo l'inclinazione N G data alla piattaforma. Volendo ricongiugnere le due parti del ponte, due uomini fanno risalire questo rullo fino al luogo ove incontra il di sotto dello stesso ponte, poscia servendosi di leve che s' introducono nelle piaghe del rullo, si costringe a salire e sollevare la coscia finchè si trovi a livello col pianterreno L O e che le due volate sieno ben congiunte; allora si ferma il rullo coll' ajuto de' cunei come prima.

1162. Avendo voluto trar profitto da una parte della tavola LIX che non era occupata, l'ho empiuta coi pezzi principali di un ponte a denti come se ne vedono molti a Brusselles sul canale navigabile da questa città ad Anversa, che può essere applicato in simil caso, come per esempio, invece del doppio ponte levatojo che si vede per la tavola 52, e in molti altri che non appartengono ai canali come per chiudere l'ingresso di un forte o di una cittadella, avendo veduto lo stesso ponte servire a tale uso; perocchè il meccanismo non è nuovo; ignoro soltanto se sia stato descritto, perciò non è fuori di proposito il farlo.

Benchè non si dia la pianta di questo ponte si concepirà facilmente dietro l'esame delle figure 6 e 7 che è composto di tre travi maestre L, lunghe ciascuna trenta piedi, commesse da una coscia, una volata e traverse ed è ricoperto su la lunghezza D E che forma il tavolato di un solajo largo nove piedi, il restante D F che forma il bilanciere venendo a collocarsi quando il passaggio è aperto sotto un altro tavolato fisso che copre la gabbia A B di questo bilanciere, il che è facile a concepirsi. Il ponte agisce sui perni D, D di un asse di ferro che attraversa tutta la sua lunghezza e trovasi inchiavato nei muri che formano i due lati della gabbia paralella al bilanciere più leggiere del tavolato D E, che s'innalza e si abbassa col seguente meccanismo.

Trattasi primieramente di un'asta di ferro G formante un arco di cerchio dentato, che ha per centro quello dell'asse D, e per raggio interno l'intervallo D G; quest' asta è attaccata bene nei luoghi M sopra una delle materie estreme mediante il piede L ed il legame N. In secondo luogo trattasi di un rocchetto F, il cui asse, che è pur quello della ruota di ferro E, poggia sui cavalletti H ed I, il primo de' quali è infisso nella muratura della faccia adjacente, ed il secondo I è attaccato solidamente sul tavolato che copre la gabbia, ciò che la figura 5 fa vedere distintamente, e la settima rappresenta i parapetti di ferro I K di cui è munito il ponte. In quanto al modo d' innalzarlo, vedesi che il rocchetto ingranantesi nella sega se si appoggia su una delle impugnature per far girare la ruota E da sinistra a destra, il rocchetto farà discendere la sega G, quindi il bilanciere F D, finchè il tavolato D E si avvicini alla verticale; il che avverrà quando il palo K su la cui testa striscia l' asta a sega, incontrerà il braccio L che le serve di piede.

Sezione II.

Dei ponti di murazione a quattro braccia o coscie proprie ai canali navigabili.

Essendomi proposto di dare ad esempio ciò che nell' Architettura idraulica è stato eseguito di più ammirabile, ecco un ponte di murazione, che merita più di ogni altro di trovar posto in questo luogo, per la sin-

golarità della costruzione che lo rende di una comodità unica nella sua specie; non avendo gli antichi immaginato nulla di così felice. Bisognerà attribuirlo al progressò che fecero in questi ultimi tempi gl' ingegneri di Ponti e Strade sotto un' amministrazione così commendevole come è quella del ministro ora incaricato di un dipartimento del quale ognuno conosce l' importanza pel bene dello stato. Infatti le grandi vie di Francia non sono mai state così ben mantenute; e formano l' ammirazione degli stranieri i quali convongono che su tale rapporto superiamo il rimanente dell' Europa ed anche le magnifiche strade eseguite dai Romani, specialmente quando si considera la vigilanza del corpo lodevole che ne forma la sicurezza.

1163. Questo famoso ponte è situato nella sezione che formano i canali di Calais e d'Andres su la nuova strada ds questa prima città a S. Omer. Per la sua disposizione ingegnosa esso riunisce in un punto solo la navigazione di quattro canali, il passaggio di una grande strada e la comunicazione delle quattro parti principali del paese, che si trovavano separate prima della soa costruzione, e che non si avrebbero potuto congiugnere senza fare varj ponti de' quali questo solo fa le veci. Le otto dighe pel tiro dei battelli servendo di passaggio ai carri dei lavoratori dei dintorni, vedesi che si arriva per 12 strade al centro del ponte che favorisce il commercio ed il trasporto delle derrate alle città vicine, e la coltivazione delle terre; mentre prima gli agricoltori per trasportare i loro grani erano obbligati a fare delle spese considerevoli caricandoli e scaricandoli a più ripress, per passarli da una parte all' altra dei canali.

L' invenzione di questo ponte è dovuta a Barbier, ingegnere di Ponti e Strsde, che lo immaginò nel 1747 quand' era incaricato delle costruzioni di questo genere nel Generalato di Picardia. La corte, avendo aggradito il suo progetto, ne fu confidata nel 1750 l' esecuzione a Beffara, ingegnere nello stesso generalato, che lo perfezionò come ora si vede e da cui ebbi il disegno che è su la Tavola 56, come anche i dettagli seguenti.

1164. Questo ponte è formato da quattro coscie o braccia assoggettate alla pianta di un cerchio il cui diametro fra le coscie è di 12 tese, sul quale s' innalza una volta a mezzo sferoide di 20 piedi di saetta, entro la quale quattro lunette pel passaggio dei battelli; cioè due di 30 piedi d' apertura e le altre due di 36 piedi, i cui assi passano per un centro comune formando angoli retti. La salita di queste lunette e a tutto sesto e le loro chiavi stanno allo stesso livello fino all' incontro della volta sferoidale ad un piede sotto la sua chiave. Le otto faccie che servono di piedritti alle volte di queste quattro lunette, hanno ciascuna 6 piedi e 9 pollici di lunghezza, avendo alle loro estremità dei muri di spalleggiamento di 26 piedi per un dilatamento di 7 gradi di apertura; i muri ad ala che seguono, hanno 33 piedi e 3 pollici di lunghezza e sono terminati da uno zoccolo lungo 6 piedi per 3 piedi di larghezza e 6 piedi per 3 piedi di larghezza e 6 piedi e 6 pollici di altezza sopra le seghe facendo uno sporto di 6 pollici da ogni parte sotto le sovrapposizioni degli stessi muri.

L' origine della volta a cielo di forno comincia 2 piedi sopra le riseghe, che è il livello delle acque comuni, quella delle grandi lunette ha due piedi sopra le acque stesse e quella delle picciole ne ha 5. La testa

delle lunette è formata da un semicerchio che si congiugne esattamente coi muri di spalla elevati 25 piedi su le riseghe fino sotto il cordone, in seguito alle quali sono i muri delle ali, le cui facce esteriori sono terminate ad ogni corsia con coperture tagliate a rampa avendo alla loro estremità un quadrato per evitare gli angoli troppo acuti.

Il cordone che serve di base ai parapetti ha un piede di altezza per 8 pollici di sporto, e questi parapetti hanno 3 piedi di alzato sopra il cordone per 18 pollici di spessore: sono essi difesi da 9 limiti posati a 3 pollici di distanza, affinchè l'urto delle vetture non possa cagionar ad essi veruna scossa, e le quattro teste delle lunette sono distanti in guisa che fra i parapetti rimangano 60 piedi di larghezza pel disimpegno delle vetture che possono trovarsi insieme su questo ponte, senza cagionarvi verun imbarazzo; perciò non si è elevato l'obelisco indicato nel disegno, benchè dapprima vi si pensasse.

1165. Il terreno su cui è stabilito questo ponte essendosi trovato composto di torba mista a sabbia mobile e terra grassa, si è stati nella necessità di appoggiare la fondazione a palafitte per consolidare un fondo così bizzarro: i pali essendo stati tagliati a livello si è steso un graticcio composto di panconi e di traverse di 12 pollici di riquadratura, ricoperto da un tavolato di 4 pollici di spessore attaccato con cavicchie di ferro.

Su la piattaforma precedente si sono tracciate le linee necessarie per innalzarvi la muratura, la prima pietra della quale fu posta il giorno 6 luglio 1750 da Chauvelin, allora intendente di Picardia che fu dei primi ad adottare il progetto di questo ponte. La murazione è stata elevata all'altezza di 8 piedi su le quattro coscie in otto corsie, formanti riseghe di 2 pollici ciascheduna con immorsature per portare le centine. Lo spessore delle coscie al di sopra delle riseghe è di 9 piedi; i muri dello spalleggiamento hanno 8 piedi di spessore, e gli altri ad ala verso questi ultimi si riducono verso la loro estremità a 4 piedi ed 8 pollici.

1166. L'aggregato delle centinature è stato composto di sei armature maestre per la volta a cielo di forno con quattro centinature secondo la projezione degli spigoli d'incrociatura e quattro altre armature per le quattro lunette; tutte queste armature sono state legate insieme da varj pezzi a puntello ond' evitare i movimenti che avrebbe potuto produrre il gran peso della murazione elevata del pari su queste quattro parti, che si sono riunite con la posatura della chiave.

Le volte di questo ponte sono fatte regolarmente per 4 piedi di spessore con peducci, quadri e riempimenti alternativamente della lunghezza di 3 e di 4 piedi di coda con le loro commessure quadrate lunghe 2 piedi almeno ben collegate, unite e munite di scaglia di pietra ad ogni corsia, le quali sono state appianate nel luogo dei quadrelli con pietre sottili secondo la sezione fino all'altezza dell'estradosso.

L'apparecchio di quest'opera fu ben eseguito e fatto con tutta la precisione e solidità possibile malgrado le difficoltà che s'incontrano in casi simili, tanto pel taglio degli spigoli quanto per le teste delle lunette formanti curve a doppia curvatura ove il minimo gomito avrebbe urtato. La pietra di cui si è fatt'uso è una specie di marmo tagliato a scalpello, e peso 200 libbre ogni piede cubico.

CAPO UNDECIMO

CONTENENTE DELLE MASSIME SU LA COSTRUZIONE DEI PONTI DI MURATURA.

Questa seconda parte avendo per iscopo lo stabilimento delle opere che si fanno nell'acqua, è naturale il parlare particolarmente de' ponti di murazione secondo la natura del terreno ove si vorranno innalzare, e relativamente alle circostanze che accompagneranno i fiumi che le attraverseranno. Per continuare ad appoggiare le istruzioni che darò su gli esempi che riuscirono meglio, ricorrerò a ciò che è stato seguito nella costruzione del ponte reale su la Senna a Parigi, avendo servito di modello a quasi tutti quelli che sono stati fatti in Francia dal 1685 in poi; in quello di Sedan su la Mosa ed in quello terminato nel 1733 sul fiume Oisa a Compiegne. Citerò tanto più volentieri quest'ultimo in quanto ne ho seguito il lavoro in qualità di amatore e sono entrato in relazione con Stupeau direttore di ponti e strade che ne aveva la direzione. Il successo che ebbe questo ponte e gli altri di cui fu incaricato in appresso possono essere mallevadori di quello che fu cominciato nel 1752 su la Loira ad Orleans che sarà certamente uno dei più belli d'Europa. D'altronde ho ricorso a Peronet, direttore anch'esso di ponti e strade a capo della scuola stabita a Parigi per gli allievi di questo dipartimento, che mi mise in caso di dare le massime seguenti, nelle quali ho fatto entrare quanto mi somministrò su tale materia nell'occasione del ponte addossato a quello del Gard in Linguadoca, l'ingegnere Pitot Direttore degli stati di Linguadoca, e così noto pel suo profondo sapere. Non ho avuto minori cognizioni dalle frequenti conferenze che ebbi con Polaret altro direttore generale, essendomi imposto una legge di non riferir nulla che non possa esser approvato dei maestri dell'arte, vero mezzo di non errare.

1167. I ponti di costruzione eretti su le grandi vie debbono esser di una solidità a tutta prova e di facile approdo, specialmente per le vetture; essi debbono anche presentare alle acque uno sgorgo agevole ed un passaggio libero alla navigazione se il fiume ne è suscettibile; perciò bisogna dare a questi ponti almeno tanta lunghezza quanto sarà larga l'acqua viva di questo fiume nel tempo delle sue maggiori escrescenze. Nulla di sì pericoloso quanto il restringere le acque correnti a motivo del loro gonfiarsi alla parte superiore che produrrebbe una cascata difficile ed anche pericolosa pel passaggio delle barche, e che potrebbe produrre scavamenti capaci di guastare il piede delle pile e delle coscie.

A queste ragioni si può aggiugnere che restringendo troppo lo scolo delle acque, sarebbe da temere che nel tempo delle grandi escrescenze non si spandesser nelle campagne, ove non mancherebbero di cagionare gravi danni. Senza parlare che, venendo a gonfiarsi straordinariamente, esse potrebbero sopraccaricare il ponte fino a metterlo in pericolo d'esser portate via, come è avvenuto in più luoghi. Sembra che della Hite non abbia avuto bastante riguardo a tali considerazioni facendo il progetto del ponte di Compiegne, avendo un poco accorciate la lunghezza che si poteva dare ad essa, facendo le arcate più larghe invece che ne ha avanzate le coscie nel fiume mediante i due avancorpi che danno ad essi dello sporto sul rivestimento delle sponde, perchè volle dilatare la sue estremità con disimpegni che si vedono nella pianta e nell'alzata. Per prevenire gl'inconvenienti, che ne potevano risultare, dopo qualche anno che fu terminato questo ponte si è fatto un canale di scarico su la riva destra dell'Oisa che porta le acque sovrabbondanti dalla parte di sopra a quella di sotto, dopo aver attraversato la diga della granda strada di Noyon ove si dovette fare un secondo ponte a tre arcate. Frattanto vi sono dei casi ove un simile canale diviene indispensabile quando la lunghezza del ponte è determinata da servitù e a cui si è costretto di conformarsi.

Quando la lunghezza di un ponte è eguale alla larghezza del fiume che è il caso più comune, il passaggio dell'acqua trovandosi ristretto per fatto lo spessore della pile, giova non dare ad esse che lo spessore necessario; esso deve dipendere come anche quello delle coscie, dalla larghezza delle arcate, dall'altezza dei piedritti, dallo spessore delle volte, e del loro carico.

1168. Si fanno d'ordinario le arcate a tutto sesto e si abbassano per un terzo dell'apertura come quelle del ponte Reale a Parigi per non innalzarle troppo, ove la grande arcata di dodici tese dovrebbe aver 36 piedi di salita dalle origini de' suoi primi pennacchj fino sotto la chiave se fosse a tutto sesto, e non ne ha che 24, avendone levato 12, che è il terzo di 36. Queste arcate si fanno a semielissi che si traccia con due centri secondo le pratica ordinaria, ovvero si fa uso di due fuochi per tracciarla più regolarmente, regolandosi come si fa per quello che si chiama *l' ovale del giardiniere* che è effettivamente una curva geometrica; in questo caso si deve far uso di un filo di ferro piuttosto che di un cordone. Per maggior sicurezza fa duopo verificare questo tracciamento con perpendicolari innalzate su gli assi ad eguali distanze dal centro, per vedere se queste linee limitate dalla curva hanno esattamente la lunghezza conveniente alle ordinate corrispondenti ai punti dell' asse da cui partirono; il che è facile per poco che si sappia di geometria.

Quando l'altezza dei piedritti non è che di sei piedi circa e le arcate sono a tutto sesto, l'esperienza ha fatto vedere che bastava dare alle pile per ispessore la sesta parte della larghezza delle stesse arcate, aggiugnendovi due piedi, cioè che le pile delle arcate di sei tese che debbono avere otto piedi di spessore reso al disopra dell'ultima risega, e quella di otto tese di larghezza avranno le loro pile di dieci piedi di spessore.

Frattanto siccome per le arcate di straordinaria grandezza si può limitar lo spessore delle pile al sesto della larghezza delle stesse arcate, per non passare rapidamente alla totale soppressione dei due piedi che abbiam

detto che si dovevano aggiugnere a questo sesto; non si spinge questo aumento che fino alle arcate di otto tese, dopo di che si riducono gradatamente i due piedi diminuendoli di tre pollici ogni tesa di aumento, cioè per esempio, per un'arcata di 12 tese, che esigerebbe secondo la regola precedente delle pile di 14 piedi di spessore, vedendo che quella di 8 tese sè aumentata di 4, che in ragione di tre pollici di diminuzione per ciascheduna, fanno un piede, la sottrazione dei due di cui si tratta riduce le pile a non avere che tredici piedi di spessore; per conseguenza, seguendo la stessa regola, le arcate di 16 tese daranno 16 piedi per lo spessore dei loro piedritti, perocchè la diminuzione di tre pollici per ciascheduna delle otto tese d' aumento ridurrà i due piedi a zero. Non essendovi più quistione per le arcate seguenti quelle che saranno di 20 tese avranno le loro pile di 20 piedi di spessore, e così delle altre.

Per le arcate ribassate del terzo che non avessero pure se non 6 piedi di altezza di piedritto, convien dare allo spessore della loro pila il quinto del loro diametro, più due piedi, fino ad 8 tese di apertura, e di diminuire in seguito questi due piedi in ragione di tre pollici ogni tesa d' aumento, come si è spiegato, in guisa che per dodici tese e tre piedi le pile debbono avere 15 piedi di spessore come quelle del Ponte Reale.

Riguardo alle coscie, è facile determinare il loro spessore quando si ha quello della prima pila che loro corrisponde, poichè non si tratta che di aggiugnere il sesto dello stesso spessore; cioè, per esempio, se quello di questa pila fosse di 8 piedi, bisognarebbe aggiugnervi un piede e 4 pollici ond' avere 7 piedi e 4 pollici per lo spessore della coscia.

1170. Le pile aventi per base un rettangolo, non sono usate che pei ponti su piccioli fiumi: è ancor meglio farvi i parsghiacci anteriori e posteriori; ma invece di far la loro base triangolare come nel Ponte Reale bisogna formarli con due archi di cerchio A B, B C, figura 2, aventi per raggio lo spessore A C della pila, e per centro i punti A, C de' suoi fianchi, come si è fatto nel ponte di Compiegne; il che è stato imitato in tutti gli altri che si sono costrutti dappoi, perocchè l'acqua scorre meglio e cagiona minori cascate e scavamenti.

Quando le coscie si appoggiano a sponde bisogna farle su lo stesso allineamento; per non restringere senza necessità il letto del fiume; perciò si avrebbe potuto nel Ponte Reale prescindere dagli avancorpi di un piede di sporto N P Q, figura 3. Del resto se si avessero da sostenere da una parte e dall'altra delle coscie le terre di una grande strada, vi si aggiugnerebbero dei muri di spalleggiamento che si accompagnerebbero con altri muri ad ali dilatate con un angolo di circa 30° di apertura, osservando di terminarne il di sopra in pendìo per seguire quello delle terre stesse.

Si fanno pure dei dilatamenti all' estremità dei ponti per facilitare di più l' ingresso ad essi; fa duopo allora che questi dilatamenti sieno sopra trombe o pennacchj che partono dal mezzo delle prime arcate, dilatandole sur un angolo di 45°, come si è fatto nel Ponte Reale, ove queste trombe sono marcate in pianta, figura 4, con A C, e nel profilo figura 3, da A I C A N; i parapetti C D che accompagnano queste due figure rappresentano quelle delle sponde adiacenti; nel resto questa tromba è anche espressa dalle stesse lettere nella figura 1.

1171. Per determinare lo spessore delle arcate alla loro chiave si fa

eguale alla ventiquattresima parte del diametro di quelle che sono a tutto sesto; allorchè sono ribassate si dà a questo spessore la dodicesima parte del raggio che ha servito per descrivere il grand' arco o l' arco superiore, e si aggiugne un piede al totale: questo spessore sarà bastante sia dura o tenera la pietra; l'ultima in vero è meno forte, e sembrerebbe esigere maggior spessore ma pesa anche meno presso a poco nello stesso rapporto.

Queste grossezze sono determinate anche per le volte in pietra di taglio che si fanno alle teste, e basta in pratica dare maggior lunghezza ai loro peducci, facendoli arrivare in prolungamento di taglio fin sotto il cordone, come si è fatto nel Ponte Reale per fortificare alquanto le teste e indicare all' esterno maggior solidità con uno spessore che non è che apparente. Del resto, si riempiono i reni delle volte di murazione fino all'altezza del disotto della forma del pavimento.

Si distribuiscono le arcate in numero dispari', acciò se ne trovi una nel mezzo della corrente e non una pila che formerebbe un inciamo pel passaggio dei battelli, in un luogo ove i fiumi hanno d' ordinario la maggiore rapidità.

Quando le sponde dei fiumi sono bastantemente elevate, convien fare tutte le arcate eguali e della stessa elevazione, poichè l' acqua vi deve passare alla stessa altezza e paralellamente. Allora il pianterreno del ponte deve essere a livello e si fa scolare l'acqua delle pioggie o con doccie sporgenti poste su ciascuna pila, o con canali di pietra corrispondenti alle teste del ponte ove arrivano in pendio al mezzo delle arcate.

Questi ponti a livello sono i più comodi pel passaggio delle vetture e quello dell' acqua; nondimeno si è di sovente costretti a fare l' arcata di mezzo più elevata delle altre per facilitare il passaggio dei battelli, specialmente quando sono carichi di foraggi che occupano d'ordinario molto volume: allora bisogna diminuire egualmente di qualche piede l' apertura delle altre arcate laterali onde abbassarle, in guisa che il pendio del ponte e quello del suo pianterreno possa essere regolato in guisa da non avere più di tre pollici per tesa.

Che le arcate sieno eguali o no, conviene collocare la loro origine al livello dell'altezza delle acque basse, e non mai al di sotto, a meno che le volte non sieno a terzo acuto, cioè a due archi di cerchio, come convien farli talvolta quando hanno una straordinaria larghezza. Riguardo all'altezza delle arcate in genarale, essa deve eccedere di tre o quattro piedi al più il livello delle massime piene, e le altre arcate più basse le eccederanno almeno di due piedi.

Siccome i ponti sono strade su l' acqua, se queste strade richiedessero per addolcirle o per alcune altre ragioni di avere del pendìo, converrebbe allora far seguire al ponte lo stesso pendìo in continuazione, per conseguenza collocare la più grande arcata dalla parta più alta, e diminuire le altre convenientemente a questo pendio, osservando cha l' arcata destinata alla navigazione sia di sufficiente grandezza.

Quando non si ha che una sola arcata di 10 a 12 piedi d' apertura ed al di sotto, convien prolungarla per tutta la larghezza della strada, fosse anche di 60 piedi, perocchè la spesa non sarà più grande che se si limitasse alla larghezza ordinaria, a motivo che si risparmiano i muri di spalleggiamento, che costano tanto ed anche più del prolungamento della vôlta.

1172. Non è già lo stesso pei ponti composti di più arcate, delle quali si limita la larghezza a 30 piedi da una testa all'altra, compresi i 3 piedi per lo spessore di ambi i parapetti; ma se questi ponti sono destinati pel comodo di una grande città, le cinque tese di larghezza serviranno principalmente pel passaggio delle vetture, indipendentemente dalle banchine V, figure 2 e 3, che si debbono fare a destra ed a sinistra ciascuna delle quali avrà 9 piedi di larghezza per 21 pollici di altezza sopra il pavimento dello stesso ponte preso nel mezzo; a cui aggiugnendo i 3 piedi per lo spessore dei parapetti vedesi che tutta la larghezza sarà 8 tese e 3 piedi, che è quella del Ponte Reale.

Ecco le massime preliminari che bisogna avere in vista per formare il progetto di un ponte di murazione; ci resta a riferire quelle che si debbono seguire nell'esecuzione, il che faremo successivamente dopo la fondazione delle pile e delle coscie fino alla copertura dell'opera, affinchè si trovino in questo capitolo tutti gli articoli che possono servire a formare un buon preventivo per qualunque siasi ponte, facendovi entrare le modificazioni che le circostanze dei luoghi potranno produrre.

1173. Per giugnere a fondare sotto l'acqua s'inviluppa la sua pila e la sua coscia, e talvolta due pile di seguito con una tura abbastanza distante dall'opera, che si vuol stabilire per potervi collocare comodamente le macchine per gli esaurimenti, come abbiam detto che si doveva fare per le chiaviche. Si fa d'ordinario lo spessore di queste ture eguale alla profondità dell'acqua che si ha da sostenere, quando non ecceda i 9 piedi, dopo di che si è aggiunto un piede allo spessore di 9 per ogni 3 piedi che l'acqua avrà di più in profondità; cioè se per esempio avesse 12, 15, 18, 21 e 24 piedi di profondità si darebbero 10, 11, 12 e 13 piedi di spessore alle ture che d'ordinario si fanno abbastanza elevate per essere guarentite dalle escrescenze ordinarie, della altezza delle quali si deve essere ben informati.

Queste ture si compongono di due file di pali ben allineati sul cordone e piantati a 3 piedi di distanza da un centro all'altro, di modo che l'intervallo delle due file che si suppone paralello, sia eguale allo spessore che converrà dare alla tura. Si osserverà pure che i pali abbiano circa 6 o 7 piedi di piantamento, che sieno conficcati ben ritti, e trattenuti insieme da un corso di leghe grosse pollici 6 per 4, attaccate per di fuori all'altezza delle acque basse. Su queste leghe si posano ad intaccatura delle traverse ogni due pali; si attaccano con cavicchie di ferro come anche ai pali adiacenti, il che non fassi se non a misura che si collocano le paratoje nei telai ad incastri larghi circa 9 piedi. Questi telaj hanno ciascheduno per montanti due tavole di un pollice e mezzo di spessore e di 8 piedi circa d'intervallo; sono essi appuntati per di sotto e mantenuti insieme colla sommità con due traverse separate dallo spessore delle tavole a guisa d'incastro, e con altre due traverse posate del pari verso il mezzo della loro altezza per ricevere le tavole che ne debbono formare la paratoje. Bisogna che queste paratoje sieno preparate sul cantiere prima di essere messe a sito, e le tavole sieno numerate per poterle riporre nei loro telaj, i cui due stanti saranno piantati con la mazza per farli entrare nel terreno fermo, dopo di che si prendono le tavole del riempimento che si lasciano cadere perpendicolarmente negl'incastri dello stesso telajo; si piantano queste tavole per 18 pollici circa nel tetto del fiume.

Ciò fatto si spazza il fondo della tura per riempiere la sua capacità di terra grassa ben battuta, poi si collocano le macchine da esaurire; e quando l'opera è compinta, le stesse ture possono essere portate via ed impiegate altrove.

1174. Esaurita l'acqua dallo spazio compreso dalle ture, si fanno gli scavi per la situazione della coscia e delle pile che si sono intraprese, dando almeno 6 piedi di larghezza di più a questi scavi per la libertà di manovrare; poscia si traccia l'opera più esattamente che si può, avendo riguardo alla grandezza che si dovrà dare alle impostature, che potranno esigere le riseghe di 2 pollici, che avrà ogni corsia stabilita nell'acqua, l'ultima delle quali deve essere a livello delle acque più basse.

Fatti gli opportuni scandagli per giudicare della qualità del fondo, si osserverà che a meno che non s'incontri un banco di roccia di sufficiente spessore e dovunque di eguale solidità, per appoggiarvi le fondazioni, bisognerà indispensabilmente palafittare e stabilirvi sopra dei buoni graticci. Non si avrà riguardo se una parte del terreno si trova solida, mentre l'altra non lo fosse, perocchè fa duopo che le pile e le coscie trovino una resistenza eguale, altrimenti la differenza degli abbassamenti potrebbe produrre nel ponte degli accidenti a cui non si fosse in tempo di rimediare. Supponendo adunque che siasi nella necessità di prendere qnest'ultimo partito come più sicuro, e che l'opera sia tracciata, si pianteranno dei pali di grossezza e lunghezza proporzionata alla natura del terreno, distanti 2 piedi da un centro all'altro, allineati in modo da prender la forma che vedesi nella figura 3, che rappresenta la metà di una pila, ove si ebbe riguardo di porne una fila nel mezzo della sua grossezza, affinchè quelle delle estremità, come F, si trovino sotto l'angolo dei paraghiacci. I pali del perimetro delle pile, quelli marcati D E F G H, come pure gli altri che circonderanno le coscie, i muri di spalleggiamento e le sponde avranno almeno 18 piedi di lunghezza per 10 pollici di grossezza, e quelli di riempimento potranno averne soli 15 in 16 di lunghezza per 8 in 9 pollici di grossezza.

Tagliati a livello tutti questi pali, si copriranno con cappelli o traverse O P, figura 4, la cui lunghezza eccederà di 6 pollici i pali del fasciame, e si riempiranno gl'intervalli con murazione; questo graticcio sarà ricoperto da un secondo composto di panconi R, ciascuno posato sopra una fila di pali incastrata in traverse. Riguardo a quella del perimetro Q S Q, le parti curve Q S seguiranno esattamente la figura dei paraghiacci, e si continuerà a munire di murazione tutti i compartimenti, fino alla superficie dei panconi, al di sotto de'quali saranno piantate delle zeppe a colpi di mazza acciò nessun punto poggi in falso. Questo graticcio sarà poscia ricoperto da una piattaforma T di 4 pollici di spessore, ben inchiodata e incavigliata; e il tutto regolato con le stesse cure come per le chiaviche.

1175. Giunta l'opera a qnesto termine si traccierà la posizione della prima corsia relativamente alle riseghe che si debbono avere fino al nudo della pila; si farà lo stesso per le coscie e pei muri di spalleggiamento e delle sponde, dopo di che si stabilirà la prima corsia di pietra di taglio composta alternativamente di quadretti e di leghe; le leghe avranno almeno 3 piedi di coda, ed i quadrelli 2 piedi di letto. Queste pietre sa-

ranno commesse ed imboccate in malta di calce e cemento; dietro questa prima corsia, e in tutto il resto della superficie delle pile ed altri muri, saranno posate grosse pietre commesse con quanta maggior diligenza sarà possibile, ed alte quanto quelle di parete posate a bagno di malta di calce e cemento, e tutte le commessure ben piene di schegge di pietra dura, il tutto arricciato colla malta stessa.

Le pietre di parete di questa prima corsia saranno uncinate le une colle altre con uncini di ferro piombati; indipendentemente da questi ramponi, se ne sarà messo uno ancora dietro ciascuna pietra di parete per legarla col corpo, e tutte le altre corsie saranno condizionate del pari, come anche quelle delle corsie e muri di spalla fino alla superficie delle acque basse, che è l'altezza a cui terminerà l'ultima corsia dopo aver lasciati 2 pollici di risega per ciascheduna; allora non s'impiegherà più malta di cemento che per la parete, perocchè basterà riempire il di dietro sopra le acque basse con grosso pietrame, con malta di calce e sabbia.

Mentre si eleveranno le prime corsie delle pile e delle coscie si potrà, volendo, formare intorno alla loro parete degli anelli, il cui uso è eccellente per assicurare e conservare il piede; si pianterà una fila di pali IKLMN, figure 3 e 4, a 4 piedi di distanza dalle stesse pareti, distanti 3 piedi da un centro all'altro, avendo d'altronde le stesse dimensioni di quelli all'intorno delle pile, ciascuno con un manico a 4 braccia del peso di 20 libbre, piantati in guisa che sfiorino il di sopra della penultima corsia. Tagliati questi pali si praticheranno alla loro testa delle piaghe per ricevere un corso di cappelli V, figure 5 e 6, di 10 in 12 pollici di grossezza, osservando che i pezzi sieno congiunti insieme con intaccatura a coda di rondine, legati con piattabande di ferro aventi degli uncini all'estremità nello spessore del legno; ai pianterà interiormente per tutta la lunghezza un filare di palanche X, X, lungo 12 piedi e grosso 4 pollici.

Per dare maggior forza a questi anelli ed impedire loro di allontanarsi dalle pile e dalle coscie, bisognerà ogni 6 piedi legarli a tiranti di ferro YZ grossi quindici linee, che avranno un gomito all'estremità Y, per abbracciare il cappello in guisa di uncino e bisognerà fare l'altro capo Z degli stessi tiranti, lungo a bastanza da poter essere murato su le pietre di parete coll'ajuto di un uncino, oppure vi si farà un occhietto per ritenerli con un'ancora per ciascheduno.

Terminati questi anelli si netterà il fondo fino al disotto della piattaforma del corpo della pila, dopo di che se ne riempirà il vuoto con buona murazione di grosso pietrame posato in malte di calce e di cemento fino sotto il cappello. Si coprirà questa murazione con un pavimento di lastre ben tagliate ed appianate, ciascuna di bastante lunghezza, da occupare la larghezza dell'anello dal cappello fino alla pila; tutte queste lastre saranno ben imboccate con malta di calce e cemento, osservando che giungano alla superficie superiore del cappello, ed abbiano tre pollici di pendio partendo dalla pila.

Ben osservate tutte queste cose, si farà attenzione innalzando le pile e le coscie, di lasciare in ciascuna corsia ad eguale distanza cinque mensoloni per portare altrettante armadure destinate a formare le centine. Questi mensoloni saranno dell'altezza di tre corsie; cioè la prima sopra le basse acque sporgerà sette pollici, la seconda quattordici e la terza dai 21 ai 22.

D'altronde le mensole nella grande arcata saranno posate ad una eorsia più bassa di quelle delle arcate laterali, delle quali si regolerà la posizione relativamente all'altezza della chiave sopra l'ultima risega. Si farà pure attenzione di posare alla quinta corsia sopra le acque basse nn rango di tre o quattro anelloni a ciascun fianco delle pile e delle coscie per attaccarvi i battelli. A quattro o cinque piedi sopra questo primo se ne porrà un secondo, ed anche nn terzo per corrispondere alle diverse escreacenze dell'acqua; e perciò potranno trovarsi applicati alle volte.

Si avrà grande attenzione quando si sarà giunti all'altezza della origine delle arcate, che le corsie di parete per le pile e per le coscie sieno tagliate conformemente alla curva che si sarà tracciata per le volte, osservando che tutte le pietre delle teste che faranno parte delle stesse origini sieno legate coi paraghiacci.

1176. Sarebbe questo il luogo di parlare della costruzione delle centinature secondo il diametro delle arcate, essendo questa parte la più critica della costruzione dei ponti, quando le arcate sono di straordinaria grandezza; ma siccome mi trascinerebbero troppo lungi le ricerche su tale materia, mi appagherò d'indicare la bella dissertazione di Pitot, inserita nelle memorie della Reale Accademia delle Scienze dell'anno 1726, ove dà per modello il disegno di una centinatura di cui si servì Michelangelo molto felicemente per costruire la volta di S. Pietro di Roma. Pitot l'adoperò pure nel nuovo ponte addossato a quello del Gard, poscia alla grande arcata di 22 tese di diametro del ponte d'Ornesone ed in quello di Dulac su la strada da Carcassona a Perpignano, dopo che questi due ebbero fallito per colpa di Carnè direttore dei lavori pubblici. Riguardo alle centinature del ponte Dulac furono portate via dalle acque di una innondazione che si avrebbe potuto prevedere. Il mezzo sicuro che trovò Pitot per ristabilire la grande arcata del ponte d'Orneson, fu non solo quello d'impiegare delle centinature come le citate ma di sostenerle con una pila accessoria fondata su pali nel mezzo dell'arcata, il che gli è perfettamente riuscito, essendo ora questo ponte in tutta la sua perfezione al pari di quello di Dulac; ma ciò che gli fece più onore fu l'esecuzione del ponte del Gard.

È noto che questo antico monumento costrutto dai Romani sotto il regno d'Augusto non è altro che nn acquidotto per condurre le acque del fonte d'Hure fino a Nimes, e non un ponte pel passaggio del pubblico; esso è composto di tre file di arcate le une su le altre fra due montagne in un vallone ove scorre il fiume Gardon; la prima fila comprende sei arcate che hanno ciascheduna 10 tese di apertura, eccetto la grande che ne ha 12 e 3 piedi; la seconda fila comprende undici arcate eguali alle prime, perchè il vallone si allarga all'alto; e la terza fila consta di 36 piccoli archi che portano il canale ove scorreva l'acqua anticamente.

Questo famoso monumento non era più di alcun uso e non si conservò che per curiosità e desiderandosi da lungo tempo un ponte sul fiume Gardon, il celebre Daviler, architetto di Parigi, e molte altre abili persone, furono consultati altra volta dagli Stati generali della provincia collo scopo di far eseguire un'opera così utile; ma siccome bisognava fondar molte pile sui pali che sarebbero stati scalzati dal Gardon, torrente rapidissimo, nessuno fu tanto ardito d'intraprenderlo.

1177. Così rimasero le cose sino al 1740 quando Pitot, che era no-

minato Direttore dei lavori pubblici in questa Provincia, cercò se vi potesse essere un mezzo per giugnere allo stesso fine. Dopo aver maturamente esaminati i luoghi e riconosciuto che le pile dell' antico ponte sul Gand erano fondate su la roccia, pensò che non vi fosse altro partito che di addossare ad esso quello che si voleva fare per approfittare dello stesso vantaggio; ma si presentavano varie difficoltà. La prima perchè si trovavano nella roccia delle profonde cavità che si avrebbe avuta molta pena a riempire solidamente. La seconda perchè bisognava fare le arcate del nuovo ponte della stessa grandezza che le prime dell' antico, il che sembrava impraticabile, perchè la roccia che doveva portare una delle pile della grande arcata non aveva sufficiente larghezza in un luogo ove l'acqua del Gardon ha 40 piedi di profondità. Tuttavia questi ostacoli non rimossero Pitot che trovò il mezzo di far portare una delle pile di questa grande arcata con mensole; ma restava un' altra difficoltà maggiore delle precedenti, dovendo il livello delle arcate trovarsi elevato trentasei piedi sopra quello delle acque ordinarie, ed il pavimento del ponte 60 piedi sopra lo stesso livello. Occorrevano centinature abbastanza solide per sostenere l' enorme peso delle arcate; è vero che se ne trovarono cinque ove queste centinature potevano essere sostenute da pile accessorie di muratura; ma non si poteva avere lo stesso vantaggio per la grande arcata a motivo dell' estrema rapidità del torrente: Pitot però ne venne a capo facendo unicamente portare le centinature sopra mensole in guisa che quest' arcata fu formata felicementa come le altre tutte, senza che sia avvenuto nessun abbassamento sensibile; invece che in opere simili se ne fa d' ordinario, uno di due o tre pollici. È vero che impiegò pietre di durezza del marmo preso da una cava vicina al luogo che è la stessa di quella onde si servirono i Romani pel ponte del Gand.

1178. Quando le arcate hanno meno di 12 tese di diametro non si possono far poggiare le centinature sopra imposte o mensole; ma quando il diametro è al disopra e si possono fare delle pile accessorie di murazione nel mezzo, bisogna per maggior sicurezza non tralasciarle; se la profondità dell' acqua non è troppo grande si possono anche appoggiare le centinature su pali come si è fatto pel ponte di Compiegne, benchè la grande arcata non fosse che di 12 tese, e le due allato, di undici. Per ciò si pianta da una mensola all' altra opposta fra i fianchi delle pile e delle coscia un rango di cinque pali corrispondenti esattamente sotto ciascuna delle cinque armature della centinatura: su ciascun rango di mensole si posa un cappello di lunghezza eguale a quella del ponte, posto contro la nuda parete e si fanno ai venticinque pali dei maschi per ricevere simili cappelli paralelli ed a livello dei precedenti, sui quali si appoggiano trasversalmente le sole per le centinature.

D'altronde per alleggerire le immorsature si colloca sotto ciascuna estremità delle stesse sole un palo d' appoggio accomodato con maschi e femmine e dopo che tutte queste sole sono ben livellate s' innalzano le centinature. Si ha cura tagliando queste centine di tenerle innalzate quattro o cinque pollici più che non dovrebbero essere, avendo per esperienza riconosciuto che le arcate si abbassano d'ordinario di tale quantità per la compressione della malta: si avrà pur cura di tenere le curve delle stesse centinature più basse dello spigolo delle volte per poter mettere

delle biette sotto i cuscinetti onde facilitare la soppressione delle centinature, terminate le volte. A quelle sopra e sotto il fiume si applica una curva che segna esattamente la curvatura dell'arco e su questa si tracciano tutti i tagli dei peducci secondo lo spessore di ciascuna fronte per facilitarne la posatura. Si pongono poscia due corsi di tavole grossi 2 pollici su le centinature, per formare la volta, dopo di che si posano i cunei di testa che si attaccano con ramponi alle pietre vicine, il che si fa pure ogni cinque corsie fino alla chiave.

Tosto che le volte sono elevate abbastanza acciò le pietre delle teste non possano collegarsi coi paraghiacci, s'impiegano dei prolungamenti di cunei in continuazione del taglio, che si porranno a livello per accordarsi con le corsie, essendo soggette ad allontanarsi nell'assettamento degli stessi paraghiacci.

Nella muratura dei reni e delle volte per tutta la lunghezza del ponte dal di dietro di una coscia fino a quello dell'altra, si pratica un vuoto di due tese di larghezza e di un piede di profondità, sotto il posto del ruscello che formerà il pavimento del ponte onde riempire questo vuoto di ciottoli e di schegge di pietra dura, per impedire che le acque sorganti nello stesso ruscello, penetrino nelle volte.

I paraghiacci anteriori e posteriori, essendo già coperti, e le faccie del ponte elevate all'altezza del cordone con un pendio di 3 pollici ogni tesa, si stabiliscono i parapetti, poi si pongono i paracarri ed il pavimento come si è detto nell' articolo 1164.

1179. I ponti di murazione potendo servire di chiaviche a ritenere le acque di un fiume per formare le inondazioni destinate alla difesa di una piazza, come ne abbiamo degli esempj in più luoghi, conviene mostrare in qual modo si debba stabilire un tal ponte dando per modello quello di Sedan su la Mosa. Questo ponte, lungo 28 tese, per 4 di larghezza, è situato fra la gola del ridotto di un'opera a corno che lo copre, e la porta di Torsi; esso è composto di quattro arcate a tutto sesto; la prima adiacente al ridotto è occupata dalla ruota di un follo, e le altre 3 di trenta piedi di larghezza ognuna, che si chiudono quando si vuole, sono altrettante chiaviche per far gonfiare la Mosa, di cui occupano il mezzo della larghezza, perchè essa ha un quinto passaggio dalla parte della città coperto da un ponte levatojo. Siccome basta conoscere ciò che appartiene ad una di queste tre arcate per giudicare delle altre, ne abbiamo riportato gli sviluppi su la Tavola 68, di cui ecco la spiegazione circa la costruzione generale.

Benchè il letto del fiume, nel luogo in cui si doveva stabilire questo ponte, siasi trovato nove o dieci piedi più profondo che verso le sponde, non si ebbe perciò minor pena. Per fare una fondazione contigua per tutta l'estensione dell' opera si cominciò, dopo aver deviato questo fiume e fatte le ture necessarie, a piantare una quantità di pali di diversa lunghezza secondo i luoghi ov'erano piantati, osservando di serrarli di più sotto le pile che nel loro intervallo, che non doveva essere caricato che della platea. Si è riempito il vuoto con un massiccio di pietrame battuto con la massa fino a due piedi sotto la loro sommità tagliata a livello; dopo ciò si sono stabilite due corsie di pietrame con grossa malta per sfiorare la testa di tutti i pali, si posarono poscia quattro corsie di buona murazione di mattoni collegati con malta di calce e di cemento su cui si è fatto un primo

graticcio di panconi A B e di traverse C D, figure 1, 2, e 3, i primi posati sopra la testa dei pali, che si sono ommessi su la tavola, perchè avrebbero occupato troppo sito. Dopo aver empiuti i compartimenti di questo graticcio di murazione di mattoni ben appianati, si è coperto il tutto con un tavolato su cui si è elevato un massiccio grosso tre piedi in forte pietrame; poscia si è posato il secondo graticcio I G H K, figura 3, composto di panconi E F più radi dei precedenti, non avendone impiegati che due sotto i fianchi delle pile E Æ E, ed una soltanto nel mezzo di ciascun'arcata, servendo le une e le altre a ricevere nn secondo rango di traverse C H, posate direttamente sopra le prime. I compartimenti di questo graticcio essendo pieni di murazione di mattoni in malta di calce e di cemento, si è stabilito un tavolato P di tavoloni a commessure ricoperte, come nell'articolo 1133, per servire di platea; il tutto poi incassato nelle file di palanche N, inchiavate sulle traversa I K ed una ventriera L M, come nelle chiaviche comuni.

Elevate le pile e le arcate alla conveniente altezza, si è pur continuato ad elevare i paraghiacci fino al loro cordone, che si trova di sei piedi sotto quellò del parapetto del ponte, perocchè invece di terminare la sommità di questi paraghiacci con un cappello, vi si fa una piattaforma Y, munita di un parapetto Z come quello del ponte. Si è tagliato quest' ultimo parapetto in fronte a ciascun paraghiaccio, con una scala X che serve a discendere su la loro piattaforma, onde manovrare comodamente le travi con le quali possoño chiudersi le arcate.

1180. Su le sponde della piattaforma dei due paraghiacci come Y, si è posata una trave T applicata contro la faccia di ciascuna arcata, serrata alle sue estremità da due pali Æ, inchiavati per metà della loro grossezza nei fianchi delle pile; questa trave serve di appoggio ad un terzo palo R più grosso dei precedenti, elevato nel mezzo della larghezza dell'arcata su la trave Q incastrata con le traverse, che serve pure di piattaforma ai contrafissi O per puntellare questo palo contro la spinta dell'acqua. Inoltre la sommità di questo palo è coperta da un occhietto di ferro a quattro braccia per adattarsi con un tirante S, che passa a traverso della chiave di quest'arcate ed è ritenuto di dietro come mostra il disegno.

Si osserverà che ciascun palo ha due infossature nella faccia al di sopra, che sono a livello di quelle formate dagli altri pali AB per appoggiare le estremità dei travicelli V; si collocano gli uni sopra gli altri, articolo 917, mediante le due alie Æ, di cui è armata ciascuna; perciò la trave T ha sulla faccia esterna due tasselli A D a destra ed a sinistra del palo R, che servono a portare due tavole a livello con la trave T per servire di ponte; con questo mezzo i chiavicchieri hanno la facilità di passare da una piattaforma all'altra dei paraghiacci ed esercitare le loro manovre. Se si esamina bene il rapporto che hanno fra loro le lettere simili onde sono accompagnate le figure non si avrà nulla a desiderare per la completa intelligenza di questo ponte.

Vedesi che quando le arcate di un ponte non sono di una larghezza straordinaria, si può col sussidio di travicelli far gonfiare le acque di un fiume e rendere navigabile nel tempo delle secche, un tragitto che non lo fosse, per conseguenza favorire la città corrispondente a questo ponte, od almeno irrigare praterie se il fiume ne fosse costeggiato come avviene soventi volte.

CAPO DUODECIMO

DEI MEZZI DI FONDARE NELL' ACQUA, SU PALAFITTE, I PONTI ED ALTRI LAVORI, SENZA FAR TURE OD ESAURIMENTI.

Quando il terreno è sodo a segno da non aver bisogno di essere palificato, si possono talvolta risparmiare le ture e gli esaurimenti, servendosi di grandi cassoni come Labelye fece nel ponte di Westminster, cominciato nel 1738, art. 862; ma se il fondo è incerto, o possa essere guastato questo mezzo non può più convenire.

Le palafitte che si piantano per tutta l'estensione dei fondamenti il cui terreno non è fermo abbastanza, ne assicurano la solidità; ma siccome la loro conservazione esige che sieno coperti dalle acque più basse, come le piatteforme che d'ordinario vi si piantano sopra, si è costretti a far terre ed esaurimenti.

Oltre l'enorme dispendio che d'ordinario esige la costruzione delle ture e gli esaurimenti, è talvolta difficile trovare i legnami convenienti ed un fondo proprio da stabilirvi la ghiaja in modo da poter impedire le grandi traspirazioni; il che, aggiunto all'inevitabile restrizione del letto dei fiumi, alle escrescenze d'acqua ed altri accidenti che non si possono prevedere, fa perdere talvolta tutto il frutto del lavoro di una campagna: bisogna fare nuovi tentativi l'anno seguente, il cui successo, se non è ancora incerto, è sempre almeno assai dispendioso, e ritarda molto il lavoro.

D'allora in poi si vide tutto il vantaggio che si trarrebbe da un metodo che procurando la facilità di stabilire le fondazioni con la stessa solidità su pali battuti a rifiuto di martino, e coperti delle acque più basse, potrebbe risparmiare la spesa e gl'inconvenienti di cui si è parlato, senza sostituirne altri che possano essere paragonati ad esso; questo è lo scopo che si propone in questo capitolo in cui si applicherà questo metodo alla costruzione della pila di un ponte.

1181. Un sistema in forma di graticcio A, figura 1, senza però fare le funzioni a cui d'ordinario s'impiega, e su cui si poggia una costruzione pure di legame B, figura 2, posato verticalmente tutto all'intorno e trasversalmente in quattro luoghi su la larghezza, forma il primo e principal pezzo che deve servire al progetto.

La costruzione e commessure di questo pezzo sono fatte in modo conveniente alla sua destinazione, e gli angoli del di sopra di ciascun pezzo ne sono alquanto rotondati.

Si mette questo sistema a galleggiare con le convenienti precauzioni, e si conduce al luogo ove deve esser costrutta la pila in un recinto rettangolare di pali C, figure 1 e 2, dapprima piantati a 10 in 12 piedi di distanza soltanto su la loro lunghezza, ed a 9 piedi dall'allineamento che deve disegnare la parete della pila, all'estremità del quale recinto è una seconda fila di pali più piccioli D per sostenere delle paratoje che deve ricevere e deviare da questa cinta l'urto della corrente dell'acqua.

Dopo aver fatto discendere questo graticcio esattamente a livello alla profondità ove si desidera che rimanga sotto le acque più basse, vi è fermato solidamente per mezzo delle traverse XY, figure 1 e 2, posate e fermate su legami, figura 2, posti un poco sopra le basse acque al perimetro esterno, è contro i pali del recinto del graticcio; le traverse debbono essere posate e incavicchiate contro ciascuna traversa del telajo di legname B che sarà posato sul graticcio.

Un poco al di sopra della traversa precedente, ed al lato interno degli stessi pali del recinto del graticcio, sarà posata una seconda lega GH, figure 2 e 4, che porterà i palchi i quali debbono servire principalmente a battere e tagliare i pali. Si conficca qualche palo nei compartimenti del perimetro del graticcio per fermarlo meglio, e si piantano forti palanche ad unghia tutt' all' intorno del graticcio nel doppio incastro che vi è praticato.

1182. S' introduce poscia argilla solida ben ammassata nei compartimenti del graticcio, col mezzo di una specie d' imbuto M, figure 2 e 3, fino a che le spazio del di sotto sia ben empiuto: si può anche mescolarvi dei ciottoli o dei piccioli pietrami duri per dare maggior consistenza a questa terra; il graticcio ha allora un sedimento che lo rafferma ancor meglio indipendentemente dall' essere già fissato solidamente come si è detto poc' anzi.

Si termina poscia col piantare un palo in ciascun compartimento del graticcio alternativamente da un angolo all'altro, e battuto a rifiuto di martino; si possono anche spingere sotto l' acqua con un cacciapali finchè potranno entrare e fin presso al graticcio, questi pali termineranno di comprimere l' argilla e di riempiere i vuoti che possono trovarsi in tutta l'estensione del di sotto del graticcio, fino alle forti palanche che debbono formarne la cinta. Questa terra non serve che a mantenere i pali fra loro, e non è destinata a portare nessun peso, i pali soli debbono farne la funzione, il graticcio serve anche ad impedire l'allontanamento della loro testa che il carico della murazione assoggetta ancora, il che farà le veci di cappelli e delle radici che servono allo stesso uso, come pure le piattaforme di legname in parte.

Si potrebbe anche sostituire all' argilla della malta di calce viva e ghiaja grossa mista a ciottoletti; s' introdurrebbe il tutto in ciascun compartimento con imbuti di cui si è parlato, e quando fossero muniti di pali converrebbe per allora cominciare a palafittare dal mezzo della pila, e terminare colle palanche per non rinserrare troppo il terreno. Si leveranno via di poi i pezzi che serviranno a contenere il graticcio a livello e nel suo posto, mentre divengono inutili al pari delle traverse del telajo di legname che serve allo stesso uso; si potrà soltanto ritenerlo contro le basse leghe F, figura 2, con puntelli a contraffisso ed a gola di lupo sotto e sopra, che si poseranno a misura che si taglieranno i pali.

1183. Avanzata la palafittazione si può anche cominciare dalla parte di sotto del fiume a tagliarli con la sega in forma di prisma triangolare, figure 1, 7, 8 e 9, che si è composta a quest'uso, alla quale si possono applicare fino 28 uomini, benchè si abbia luogo di credere che dovrebbe bastare una minor quantità; questi uomini sarebbero collocati sopra un palco mobile che poggerebbe su le leghe al di sopra delle acque basse di cui si è parlato poc'anzi. La funzione di questa sega è quella di tagliare i pali di ciascun rango, le palanche ed i pali del telajo del graticcio successivamente, ed il tutto precisamente a livello del di sopra del graticcio su cui la lamina K, figura 1, che peserà circa 250 libbre, deve poggiare e strisciare sul piano; essa potrà avere 4 pollici di larghezza, 7 linee di spessore anteriormente, ridotta a 4 in 5 linee pel davanti.

Nello stesso tempo che gli uomini sono occupati a spingere e tirare la sega perpendicolarmente ai fianchi delle pile, essendo applicati alle braccia che sono alla sua sommità L, figure 7 e 8, le estremità della lamina sono tirate paralelle agli stessi fianchi con pesi attaccati all'estremità delle corde K, figura 1, che passano su carrucole che si debbono attaccare alla testa della cinta di legname all'intorno della pila. Per facilitare tale segatura si potrà tirare la testa del rango dei pali contro cui agirà per mezzo delle corde che si attaccheranno da un capo e dall'altro sopra un verricello che sarebbe collocato alla testa del recinto di legname di cui si è parlato. Prima di smontare e segare i telaj del di sopra del graticcio, se ne servirà a riparare esattamente contro i cappelli e le leghe dei pali del perimetro della pila, la sponda esterna del graticcio per determinarne gli allineamenti della parete della prima corsia.

1184. Tagliati i pali a livello e tanto basso quanto si sarà giudicato a proposito di posare il graticcio sotto le basse acque, si potrà costruire la muratura fino al di sopra delle acque comuni d'estate con grandi cassoni fatti presso a poco come quelli adoperati pel ponte di Westminster, e il di più sarà terminato al solito. Si potrebbe anche sostituire ai cassoni un'altra costruzione che or ora daremo e che sarebbe molto solida.

Collocato il graticcio a due piedi soltanto sotto il livello delle acque più basse conosciute, si può supporre che troverassi ancora a 4 piedi circa sotto le basse acque d'estate, che si valutano 2 piedi di più, e durante le quali la prima corsia di cui parleremo potrà essere posata.

All'intorno del graticcio, e sui due primi ranghi di pali, quando saranno stati tagliati a livello, si collocherà una piattaforma di legname, figura 6, posata a parti di circa 10 a 12 piedi di lunghezza, e ribattuti a commessura su le piattabande di ferro che sarebbero incastrate pel loro spessore nel di sotto di queste piattaforme; le piattabande saranno ricurvate alle loro estremità O, figura 6, per abbracciare la lega, figure 4 e 5, del davanti delle palanche.

La prima corsia del perimetro della pila, che si poserà su la piattaforma di legname, sarà fatta a quadri e leghe, figura 5, ciascuna composta di tre o quattro quarti eguali posati l'una sopra l'altro e ben riuniti per formare circa 4 piedi e mezzo, di altezza, in guisa che il di sopra possa eccedere alquanto le acque basse ordinarie, e la riunione di queste pietre sarà fatta con un telajo di ferro ambulante P, figura 4. S'incollerà e si stuccheranno queste pietre così riunite sopra un palco superiore Q, figura 4,

presso il luogo ove dovranno essere posate, dopo avervi messo delle biette di ferro munite di un anello per ritirarle in seguito onde premere la malta. Al che si giugnerà ancor meglio serrando le pietre insieme quanto vorrassi con cunei di legno che si caccieranno sotto le traverse superiori del telajo di ferro P, figura 1.

Così riunite queste pietre, che si suppongono della qualità di quella d'Arcueil peseranno circa 5600 libbre nell' aria, e presso a poco la metà di questo peso nell'acqua; si abbasseranno senza molta difficoltà da questo palco con capre accoppiate R, figura 4, cui verricelli saranno resi stabili o mobili secondo il bisogno, essendo i primi molto comodi per abbassare i maggiori pesi con poca gente. Queste pietre saranno in tal modo abbassate e condotte al loro posto, allineando la loro parete ai ripari di cui si è parlato, il che può succedere senza urto veruno nè scossa sensibile da parte di questa massa; dopo di che si svestirà il telajo di ferro per servire successivamente per altri quadrelli e leghe che si collocheranno così di seguito tutto all'intorno della pila.

Le leghe saranno dimagrate di un pollice di ciascuna commessura; e nel luogo ove terminerà il di dietro dei quadrelli si salverà con gonfiamento eguale ai quadrelli, acciò queste pietre possano ritenersi reciprocamente: col mezzo di che non si uncineranno che quelle delle spalle e della punta dei paraghiacci anteriore e posteriore, i soli che si potrebbero svestire, figura 8.

Si potranno anche porre dei chiodi di ferro, figura 8, fra le altre pietre, in intaccature che saranno state fatte per posare i telaj di ferro; essi saranno soltanto battuti alquanto per entrare un pollice circa nella piattaforma di legname, e si faranno lunghi abbastanza, acciò possano sporgere per qualche pollice al di sopra della corsia T, figura 4.

Applicando dei regoli involti nella stoppa, per otturare le commessure ascendenti del davanti e del di dietro di tali pietre e si fermeranno con malta fina che guernirà pure il vuoto del letto del di sopra. L'intervallo da questa prima corsia, fino alla sua superficie superiore, dal di sopra delle piatteforme di legname, sarà riempito primieramente di una corsia di pietra, poscia di pietrame e malta di calce viva, e terminata da una seconda corsia di pietre che sfiorerà presso a poco il di sopra della corsia di pietra di taglio del perimetro esterno. La muratura essendo appianata sopra le acque basse, il resto potrà essere compiuto nel modo che si pratica d'ordinario.

La profondità a cui si giudicherà a proposito di far discendere il graticcio essendo determinata, a quattro piedi sotto le acque basse ordinarie, ovvero a due piedi sotto le acque più basse, o più profondamente per mezzo dei cassoni di Labelye, come si è spiegato, potrà succedere che vi sia ancora bastante profondità fino al fondo del fiume, per far temere che le palanche ed i pali non fossero logorate e distrutte dall'attrito continoo dell' acqua e della ghiaja; per allora bisognerà prolungare il graticcio con una doppia fila di pali quadrati ai paraghiacci anteriori, e fino a 6 piedi circa, ad angolo lungo i fianchi delle pile e coscie, i quali pali debbono essere battuti invece di palanche commesse ad unghie e sovrapposte alle commessure.

Se si osserva che un palo esposto ad una corrente di tre o quattro

piedi di velocità ogni secondo non perde che un pollice circa del suo diametro ogni 30 anni, cioè mezzo pollice quando l'acqua non scorra che sopra un fianco, si troverà che i due ranghi dei pali di contragguardia potranno durare molti secoli, e che quand'anche si troveranno logorati rimarranno tutti i pali del di sotto dei paraghiacci da distruggere prima che il corpo del ponte possa soffrire.

Le palanche del restante del perimetro delle pile e del davanti delle coscie e muri delle ali, non sono esposte che ad un attrito laterale che non può ad esse far danno, nondimeno converrà dare ad essi 8 in 9 pollici di spessore; e si sarà certi allora che la costruzione avrà tutta la solidità conveniente, i legnami che sono sott' acqua essendo come è noto, più durevoli di ogni murazione.

Si potranno applicare le costruzioni proposte alle coscie, alle sponde ed altri muri, facendovi i cangiamenti e le modificazioni convenienti secondo le circostanze. Per le sponde per esempio, bisognerà fare i graticci in varie parti che si collegheranno alla superficie dell' acqua o piuttosto farle discendere successivamente alla stessa profondità sotto l'acqua.

Questo capitolo datomi da Perronet, da me riferito letteralmente, corrisponde all'articolo 875 sul modo di fondare senza ture; al quale aggiugnerò la definizione di una macchina da lui inventata per esaurire a contratto le acque di una fondazione.

1185. L' odometro che si propone è rinchiuso in una scatola di ferro battuto grosso due linee: esso avrà pollici 5 e mezzo di lunghezza, e cinque pollici di larghezza fuori d' opera per 10 pollici di altezza.

Vi si debbono collocare tre ruote di ferro o di bronzo del diametro di 4 pollici, e grosso tre linee, quella al disotto avrà 20 denti, e sarà mossa da una spirale o vite perpetua che porterà la manovella. La seconda ruota avrà 25 denti e sarà mossa da una vite simile che porterà la prima; questa seconda ruota sarà accompagnata da un rocchetto a 5 ale, che ingraneranno nella terza ruota che si dividerà in 40 denti: l' ago che sarà collocato su l' asse di questa ruota marcherà con la sua rivoluzione quattro mila giri di manovella sul quadrante, che è al di sotto e sul quale saranno divisi per centinaja; ciascuna di queste divisioni è di sufficiente grandezza per riconoscere le mezze centinaja ed anche i quarti il che basta. Bisognerà che l' ago possa ritrarsi per metterlo allo zero al principio di ciascun ricambio, e quando sarà messo a posto serrarlo contro l'asse con una vite ed un dado che saranno fatti al lato opposto di quest'ago; si chiuderà il davanti della scatola, con una porta di ferro battuto, a cui si metterà un catenaccio.

Si porrà questa scatola sopra uno dei sostegni della manovella i quali hanno d' ordinario 5 pollici di grossezza. A tale effetto si taglierà uno dei bracci a inforcatura al di sopra di questi sostegni all'altezza di mezzo della manovella, s'incastrerà l' antico sostegno di ferro nel legno, la scatola sarà ritenuta contro il diritto che resterà con due viti e dadi situati nell'interno dello stesso lato opposto, ed a tre piedi e un quarto sotto la scatola; essa sarà pure ritenuta con una cavicchia che passerà in una scatola di ferro che abbraccierà il sostegno.

Inoltre si assoggetterà la manovella in guisa che non prenda se non l' ingranaggio conveniente, senza poter evitare o danneggiare le ruote.

Il costo di ogni 100 giri di manovella sarà fissato su ciò che gli operai debbono guadagnare lavorando ragionevolmente senza troppo affaticarsi. È noto, per esempio, che quattro uomini possono fare comunemente trenta giri di manovella ogni minuto, applicati per due ore di seguito ad una manovella di 16 pollici di braccio la cui ruota ha 8 pollici di raggio fino al mezzo della catena, avendo la tromba 12 piedi di altezza e cinque pollici di diametro, il che dà 3600 giri ogni due ore e 14400 giri per 8 ore che lavorano ogni 24. Se si vuole che gli operaj guadagnino 24 soldi al giorno, o sei soldi ogni ricambio, bisognerà pagare ciascuno in ragione di due denari al centinajo di giri. Con ciò vedrassi nascere l'emulazione, e si sarà forse obbligati a ritenere i più interessati, e a fissare un termine che non potranno oltrepassare, affinchè non si affatichino di troppo; succedendo che durante i ricambj si fossero fatti più di 4000 giri di manovella, l'ago ricomincierebbe il quadrante e si potrebbe tener conto di quest' eccesso. Si avrà cura di collocare l' odometro nella parte conveniente acciò l'ago cammini in senso naturale.

Si giudicherà d'altronde del buon effetto di questa macchina dal seguente estratto di una lettera in data di Saumur del 2 Ottobre 1753, scritta a Perronet da Voglier, ingegnere di ponti e strade di questo dipartimento, incaricato in capo del ponte di pietra che ora vi si costruisce.

« Ho fatto eseguire l' odometro con tutta la precisione possibile e si è trovato del tutto conforme al dettaglio da voi fattomi. Io penso che pel modo onde ho veduto lavorare gli operaj nelle sperienze da me fatte, per regolare convenientemente i contratti, e dare a quelli una qualche emulazione, che sarebbe troppo esigere per un lavoro ben sostenuto trenta giri ogni minuto con cappelletti come i nostri alti venti piedi dal perno della ruota fino sopra la doccia; e che in questo caso non si debbano calcolare che 25 giri ogni minuto, 1500 ogni ora, e 3000 in due ore; tanto più che ho osservato che in tutte le sperienze il cappelletto non ha subito nessun falso ingranaggio. Io credo adunque che il più forte lavoro essendo considerato come 3600 ogni ricambio, bisognerebbe che ogni centinajo di *marons* costasse due denari 1/4, ovvero 27 soldi ogni giorno; e siccome ve ne sono che lo spingono fino a 4000, allora la giornata sarebbe 29 soldi e 3 danari; e su questo piede ho regolato i primi ricambj. Presumo con fondamento che stabilendo questa macchina si diminuisca di un terzo la spesa e si abbia un vantaggio non meno sensibile nell'impiego totale del tempo e quindi su la rapidità degl'esaurimenti; è facile quindi concepire di quanta utilità sarebbe pel servigio del re. »

CAPO DECIMOTERZO

DEL MODO DI ESSICCARE I PAESI ACQUATICI, E DI METTERE IN ISTATO DI ESSERE COLTIVATI.

Vi sono pochi argomenti che meritino più di questo di essere trattati a fondo, e sono costretto con mio rammarico a limitarmi a quanto se ne può dire di più essenziale per timore d' ingrossar troppo questo volume, ed anche per soddisfare l' estrema impazienza del pubblico per vederlo alla luce, non potendo più oltre differirne la pubblicazione.

1186. Si migliora un terreno acquatico in due modi, o coll' asciugamento o con *accoulin*. Nel primo caso si tenta di far prendere alle acque un corso regolare, mediante dei rigagnoli e canali che seguono declivj più bassi dei luoghi più profondi del terreno che si vuol mettere a secco, e che si fanno sboccare ad un termine ove non possono recar pregiudizio, o ritenendo le acque nel loro proprio letto per impedire che si spandano nella campagna, come prima: ciò che si fa più di spesso fortificando con grosse dighe le sponde del letto in cui le acque hanno il loro corso ordinario, e se ciò non basta si segna ad essa un'altra strada.

Le pianure hanno d' ordinario un pendio così inseusibile e la loro superficie è così ineguale che le acque piovane nou mancherebbero di produrre il deperimento, se invece di stazionarvi non si raccogliessero nelle fosse scavate espressamente per riceverle, il che forma la differenza fra un paese coltivato ed uno negletto. Se tali acque vengono di là a riunirsi nei luoghi bassi circondati da alture che impediscono il potersi evacuare, o s'incontrino delle sorgenti, esse vi formeranno necessariamente delle paludi, a meno che non si formino canali per condurle nel fiume più vicino od al mare se vi è a portata; ma bisogna che il fondo del luogo da cui partiranno per ridurvisi, sia più elevato del livello del loro letto, e che non vi sieno montagne intermedie, offrendo esse un ostacolo troppo grande. Siccome si presentano molte altre difficoltà per condurle al loro termine, comincieremo dal considerar quelle che provengono dai fiumi, dopo di che passeremo a quelle che può produrre il mare.

Quando le acque di un canale di scarico possono esser rese superiori al livelle delle massime piene del fiume ove debbano entrare, nulla opponendosi al libero scolo di esse, si sarà certi della riuscita dell' impresa. Se all' opposto nel tempo delle massime escrescenze il fiume s' innalza più

del livello di quelle che vi si debbono raccorre, il che succederà quando le sue sponde saranno arginate; allora il canale potrebbe divenire più nocivo che vantaggioso dando al fiume stesso uno sbocco per innondare il paese vicino.

1187. Frattanto, siccome vi sono dei casi in cui è inevitabile tale disposizione, il solo mezzo di rimediarvi è di fare una chiavica coll' imboccatura del canale, per sostenere le acque del fiume quando sono più elevate di quelle d' efflusso, che si aprirà tosto che le prime sono divenute più basse; ma siccome le acque del canale si accresceranno, quando da una parte e dall' altra sopravverranno pioggie abbondanti, fa d' uopo che questo canale sia largo a bastanza e le sue sponde arginate in guisa che possa sostenere durante la grande escrescenza del fiume tutte le acque che riceveranno le fosse o rigagnoli, finchè il loro livello avrà acquistato la superiorità di livello per espandersi.

Ma se si ammassassero in quantità così grande che si avesse a temere che sormontassero le sponde del canale per inondare i cantoni vicini, bisognerebbe farvi uno scaricatore corrispondente ad un rigagnolo lungo la sponda del fiume profondandolo tanto che basta da farvi un reingresso, il che si potrà forse ove abbia molto pendio, e se ne dia poco al letto di questo rigagnolo, che bisognerà sostenere abbastanza elevato acciò le sue acque acquistino l'altezza loro necessaria per congiugnersi a quella del fiume.

Siccome non è necessario che lo stesso rigagnolo costeggi il fiume si può farlo in ogni altro luogo ove il terreno offrirà bastante superiorità per corrispondere al disegno che si ha; perocchè solo sopra luogo, dopo aver bene esaminati i vantaggi che può dare, si scoprono i mezzi che l'immaginazione sola non può suggerire; per ciò taccio tutto quello ch'essa può offrire. Mi appagherò soltanto di aggiugnere che si sarà forse costretti a fare dei ponti canali per condurre le acque dello scolo al loro termine, se debbono attraversare una valle priva di scolo, o traforare una montagna se ha un mediocre spessore.

Devesi inoltre porre attenzione singolare a collocar bene le chiaviche di cui abbiam parlato: bisogna situarle a sufficiente distanza dal fiume onde non ne possa guastar la platea, nè allontanarle troppo dalle sponde per tema che faccia delle deposizioni di sabbia che in breve colmerebbero la congiunzione; insomma bisogna fare in guisa che l' imboccatura di questo canale corrisponda così bene alla direzione della corrente di questo fiume, e che non vi si formi vortice o interrimenti d' incaglio alla navigazione, ed al libero scolo delle acque.

1188. Una delle principali cagioni che dà luogo a rendere paludoso un buon terreno, proviene spesso dai mulini situati sui piccioli fiumi, come se ne ha un gran numero di esempj, fra le altre le paludi che si vedono dalla città di Laon in Picardia fino al borgo di Manicamp, che comprendono circa 9 leghe di estensione in un paese abbondante e di buone vigne, grani, legno, legumi ecc., ma che non ha foraggi in proporzione delle altre derrate. Ciò proviene dai fiumi Ardon e Lette che scorrendo in una valle altre volte ben coltivata lo resero paludoso per lo straripamento delle loro acque e per la negligenza della gente di quel paese, principalmente de' mugnai che lasciarono alzare i letti di questi fiumi senza nettarlo, nè dar scolo alle acque che vi si ammassavano altrove nelle

stagioni piovose; nondimeno il terreno ha maggior declivio che non occorre per condurle nel fiume Oisa cui verrebbero ad incontrare presso Manicamp.

Il solo mezzo di diseccare questo paese, o qualunque altro trovasi presso a poco nello stesso caso, si è; 1.° di abbassare le acque del fiume scavando il suo letto a cui si darà maggior larghezza; 2.° abbassare anche la soglia e la platea delle chiaviche di tutti i mulini; 3.° di fare delle contrafosse lungo il piede delle coste adjacenti alle paludi per ricevere le acque piovane e condurle fino al fiume Oisa; 4.° di scavare tutto al lungo nel mezzo un canale ove verranno ad immettersi a dritta e a sinistra altrettanti rigagnoli trasversali quanto si giudicherà a proposito di farne per raccogliere le acque di sorgente ed altre; allora fatti tutti questi tagli convenientemente alla situazione dei luoghi, è certo che avendo del pendio il disseccamento generale succederà poco dopo.

Bisogna far attenzione di allontanare dalle sponde dei canali e rigagnoli le terre provenienti dalla loro escavazione, facendovi una sponda di riparo acciò le pioggie non le trasportino, ed anche se è necessario, innalzar delle dighe, bisognerà regolarne il pendio della parte dei condotti onde non vi possano cader entro, ed avere la stessa attenzione quando si netteranno. Ciò è sì naturale che non ne avrei parlato se non mi fossi accorto che non si era avuto riguardo ai canali di scolo che si sono fatti per asciugare i territorj di Tarascona e di Arles in Provenza.

Siccome le paludi sono d'ordinario piene di canne, e le loro zolle di cattive radici, conviene dopo il disseccamento scorticare tutto questo terreno per la profondità di un ferro di vanga, cioè fino alla terra buona, far seccare e bruciare in seguito tutto questo tessuto, raccoglierne la cenere che si spanderà su la superficie del terreno disseccato dopo averlo lavorato bene; queste ceneri scaldano la terra in guisa da farne cangiar la natura, se la rendono capace di un eccellente prodotto, tanto pei grani come per buone praterie.

1189. I canali di scolo che sboccano nel mare richiedono ancora maggiori soggezioni di quelli che vanno a scaricarsi in un fiume, per preservarsi dal danno che possono cagionare il flusso e riflusso e le burrasche. Si è parlato all'art. 2, delle dune che gli servono di dighe in molti luoghi indipendentemente da quelle che s'innalzano per impedire che si spanda nel paese. Siccome bisogna fare dei tagli per lo scarico delle acque dolci, si vede la necessità di avervi delle buone chiaviche che si chiudano da sè nei tempi d'alta marea e si aprono quando è bassa onde dar luogo agli scoli; per ciò sarà bene rileggere gli art. 574, 575, ove si sono spiegate queste specie di chiaviche; se ne è fatto così buon uso in Olanda che si pervenne ad asciugare degl'interi paesi che formano le più ricche provincie di quella industriosa repubblica. Siccome non si opera con sicurezza se non imitando ciò che si è fatto di meglio, consiglio coloro che vogliono intraprendere grandi opere del genere di quelle di cui parliamo di andare ad istruirsi sui luoghi stessi ove apprenderanno infinite circostanze che capirebbero appena in un grosso volume. Infatti quante cose da dirsi circa la scelta dei luoghi per lo sbocco dei canali di scolo onde non sieno insabbiati dal mare, e per evitare che le chiaviche sieno distrutte dall'impeto di esso. Bisogna, quant'è possibile, che l'imboccatura di questi canali corrisponda a porti od a rade che le mettano al coperto delle burrasche;

allora si potranno forse volgere le acque dolci ai vantaggio di questi porti per nettarli per mezzo delle chiaviche di cacciata, ma in qualunque luogo sieno queste imboccature, bisogna fare in guisa che abbiano maggior profondità d'acqua che sia possibile, onde sfuggendo con violenza, trascinino tutto ciò che il mare vi recherà e che si scavino da sè con uscita; perciò si sarà forse costretti a sostenerne l'altezza col mezzo di moli.

Quando s'intraprende ad asciugare un territorio di grande estensione, bisogna vedere se il canale principale che riceverà le acque di tutti i rigagnoli che vi s'immetteranno, potrà essere vòlto all'uso della navigazione, ed operare con tal vista alla sua esecuzione. Questa è la proprietà di quasi tutti i canali di scolo in Olanda, che formano altrettanti rami pel commercio interno del paese, che si riuniscono poi a quello che le città marittime fanno coll'estero. Siccome questi grandi oggetti appartengono piuttosto ai governi che a' particolari che volessero bonificare le loro terre, è giusto dare ad essi quanto potrebbe soddisfarli.

1190. Quando si vogliono migliorare delle situazioni che sono così basse da non poter aver scolo per alcun luogo, bisogna servirsi della natura stessa per elevarle facendo in guisa che le acque torbide dei fiumi od altre correnti a portata di ciò vi depongano interrimenti. Per impedire che queste acque non si stendano troppo, bisogna ritenerle con dighe di cui si limiterà la palude ne'luoghi ove potrebbero spandersi. Si praticano in esse dei rigagnoli muniti di picciole chiaviche per lo scarico di superficie di quelle che si saranno chiavificate, così si praticano altre chiaviche sul margine della corrente nei luoghi ove si saranno fatti dei canali per derivarne le acque, ond'esser liberi di trarne la quantità che vorrassi. Benchè queste dighe debbano conchiudere il maggior spazio che si potrà, bisogna nondimeno proporzionare l'estensione alla quantità d'acqua torbida che la chiavica potrà somministrare. Si deve osservare di bonificare primieramente i terreni contigui alla corrente onde passare in seguito ai più distanti; ed è pure vantaggioso cominciare le bonificazioni dai terreni più elevati cioè più distanti dall'imboccatura della corrente, e da questi passare immediatamente ai più bassi: con questo mezzo le acque chiarificate troveranno uno sfogo più libero e più spedito. Se il canale che corrisponde alla corrente conduce sufficiente quantità d'acqua, si possano intraprendere in pari tempo delle bonificazioni in più luoghi, facendola passare in altri piccioli canali.

Quando il terreno che si vuol migliorare è molto basso e richiede una considerevole altezza di limo bisognerà da principio introdurre l'acqua torbida della corrente, perocchè siccome essa trasporta grossa sabbia l'interrimento, si farà più presto; ma quando la bonificazione sarà giunta ad una certa altezza, bisogna rialzare la soglia della chiavica per coprire di limo la sabbia precedente onde mettere le terre in istato di essere coltivate, osservando che fa duopo elevarle più che non dovrebbero esserlo naturalmente, perocchè si abbasseranno a misura che si essicheranno.

Siccome questi canali s'interrano a motivo del poco pendio che si dà ad esssi, bisogna nel principio nettarli di spesso acciò ricevano l'acqua del fiume; ma alla fine quando non occorre che acqua limacciosa, si può lasciare il canale tal quale sarà, perocchè il suo interramento servirà ad escludere la ghiaja che partirebbe dal fondo del fiume e non lascierà libera

se non l'acqua della superficie. Se le dighe della bonificazione sono elevate presso a poco come quelle della corrente, è indifferente lasciar aperta o chiusa la chiavica quando il terreno sarà pieno d'acqua, purchè non sia da temer rottura; ma se fosse più bassa, bisogna assolutamente chiuderla, onde sopravvenendo delle escrescenze non gorghi sopra le dighe.

Quando si tratta più di migliorare che di alzare il terreno si deve osservare la qualità dell'acqua derivata, perchè talora se ne trova di quella che invece di fertilizzare i luoghi ove si ferma li rende sterili. Se non si ha luogo proprio per ricevere le acque chiarificate bisogna rimandarle nella parte inferiore della corrente con un altro rigagnolo avente una chiavica al suo ingresso; e compiuta la bonificazione superiore, questa chiavica potrà servire per l'interiore.

Del resto, quand'anche non si trovasse luogo per lo scolo delle acque chiare non ne risulterebbe molto inconveniente, perocchè mentre si formeranno i depositi, l'evaporazione che si farà giornalmente verso la loro superficie ne abbasserà il livello, e farà luogo ad altre torbide che vi si spanderanno di nuovo, finchè il terreno che la riceverà abbia acquistato una sufficiente elevazione per produrre gli scoli che non potevano farsi prima.

Vi sono pure dei casi ne' quali si può far passare a traverso delle paludi de' stagni i fiumi vicini se sono molto limacciosi, purchè si colmino incessantemente con deposizioni il terreno che si vuol innalzare, finchè sia giunto all'altezza propria a cangiarlo in buone praterie in terra coltivabile; ma prima di fare simile intrapresa bisogna esaminar bene i danni che questo fiume potrà cagionare durante il lavoro, e paragonarlo ai beneficj che se ne tireranno in seguito onde vedere se vi sarà danno. Questo modo di asciugare le paludi è d'ordinario lungo; nondimeno potrassi giudicare presso a poco della quantità di tese cubiche di deposizioni che darà nell'annata comune facendo esperimenti per conoscere di quanto limo si carichi. Pretendesi per esempio che il Rodano rechi al mare $\frac{1}{1700}$ del volume delle sue acque.

Quando una bonificazione è giunta al suo stato di perfezione e si debbono fare gli scoli necessarj per le acque piovane; alla qual cosa fa duopo pensare prima di cominciar l'opera, perocchè i primi canali potranno servire se si ebbe cura di situarli bene.

1191. Se fosse necessario asciugare un terreno basso ove le acque non avessero scolo e non si avesse nel vicinato un fiume atto a formare interrimenti, converrebbe farvi sboccare tutti i burroni delle eminenze a portata, affinchè le acque delle pioggie vi trascinano ogni specie di materie terrose, finchè gl'interrimenti si sieno alzati a conveniente altezza per non farvi passare altro limo; perocchè bisogna giovarsi di tutto ciò che si presenta ne si deve credere di trovar sempre le cose come si bramano.

Può anche succedere che s' incontri un terreno basso soggetto alle innondazioni, come una prateria priva di scolo, allora bisogna tagliarlo con fosse che terminino a pozzi, da cui s'innalzerà l'acqua in truogoli per condurla al suo termine servendosi di molte macchine mosse dal vento, come si pratica molto utilmente in Olanda. Non mi arresto a spiegare questa specie di macchine avendole dettagliate all'articolo 856 e seguente nel secondo volume della prima Parte di quest' opera.

Giova osservare che quando le praterie sono limitate da coste alte di buone terre coltivabili, tutte le acque piovane che ne provengono e che innonderebbero queste praterie durante una parte dell'inverno, per non potersi scolare con sufficiente prontezza sono più utili che dannose quando le innondazioni non vengono immediatamente dopo il taglio dei fieni, perocchè vi depongono un eccellente limo impregnato di tutti i sali delle stesse coste, che innalzano successivamente il basso a spese delle praterie superiori. Questo è il caso in cui si trovano la vasta prateria bagnata dall' Oisa in Picardia.

Seguendo la condotta da noi prescritta si giugnerà a bonificare in poco tempo tutti i terreni; e giunti una volta in istato di coltura, non si tarderà ad essere indennizzati delle spese che si sarà stati costretti ad avanzare, le quali si ridurranno sempre a poco in confronto dei vantaggi che ne risulteranno. Regolandosi in tal modo si pervenne in Italia a render fertile una parte del Mantovano, del Ferrarese e della Lombardia che prima non lo era.

Ciò che i Romani fecero di più memorabile in questo genere si è di aver intrapreso ad asciugare ai tempi di Claudio il lago Fussino ove furono impiegati trentamila uomini, per dodici anni a perforare una montagna di roccie per farvi passare un canale lungo tremila passi che doveva condurre nel Tevere le acque di questo lago.

CAPO DECIMOQUARTO

DEI CANALI D'IRRIGAZIONE PER FERTILIZZARE UN PAESE ARIDO.

1192. Gli Egizj sono i popoli più antichi sconosciuti che facessero caso di canali per fertilizzare le loro campagne, e far sì che il Nilo si spandesse nei luoghi più lontani. Quando si trovarono siti troppo eminenti acciò le acque potessero bagnarli, impiegarono macchine per innalzarle, e specialmente la vite d'Archimede, la quale pretendesi da quel grand' uomo immaginata dopo un viaggio ch' ei fece in Egitto. Il Nilo è maraviglioso in questo che mentre gli altri fiumi inondando la terra ne rapiscono il succo, questo all' incontro per un fango prezioso che seco trascina le ingrassa e la fertilezza in guisa che essa basta a riparare le forze fatte perdere dalla messe precedente. Appena il Nilo si è ritirato, il lavoratore non fa altro che rimuovere la terra mescolandovi alquanta sabbia per diminuirne la forza, poscia vi semina e dopo due mesi trovasi tutta coperta di biade e di legumi, in guisa che nel corso dell'anno la stessa terra porta quattro specie diverse di ricolte.

Il Nilo, che ha la sua sorgente nel regno di Goiam nell'Abissinia, le sue escrescenze provengono dall' attraversare come fa l'Etiopia ove annualmente piove dall' aprile alla fine d'agosto, e ricevendone questo fiume le acque le trasporta in Egitto ove non piove quasi mai. Esso comincia a crescere alla fine di giugno e continua fino alla fine di settembre: allora cessa d'ingrossare e va sempre decrescendo nei mesi di ottobre e di novembre dopo di che rientra nel suo letto e ripiega il suo corso ordinario, le quali cose i moderni viaggiatori trovarono affatto conforme a quanto le scrissero gli autori antichi. Ed è pur ammirabile il vedere come durante quattro mesi che seguono quello di giugno i venti di Nord-Est soffiino regolarmente e respingono il Nilo che scolerebbe troppo presto nel mare.

Siccome il calore del sole è estremo nell' Egitto, l' umidità cagionata alla terra dal Nilo sarebbe ben presto essiccata senza il soccorso dei canali e serbatoj di cui è pieno, poichè i tagli che vi si fanno somministrano acqua in abbondanza per irrigare le campagne; con ciò si è trovato modo di far sì che un terreno naturalmente sabbioso e secco divenga il più fertile e grasso.

1193. I popoli d'Italia ad imitazione degl'Egizj acquistarono grande industria per irrigare le loro campagne specialmente quelle che sono vicine ai monti, perchè questi danno sorgenti abbondanti delle quali non si ha

che da regolare il corso sostenendole all' altezza conveniente al cammino che si vuole che prendano; in Francia gli abitanti del delfinato, quelli di Provenza e del Roussillon acquistarono pure molte cognizioni per regolarle bene; e quasi in ogni paese del mondo si trovano proprietarj che scavano piccoli canali per irrigare i loro prati bassi. Noi non parleremo di questa specie di canali ona di quelli che si fanno a spese degli abitanti di una certa estensione di paese, perochè stabilendo delle massime generali, se ne potranno dedurre quelle cui bisognerà seguire per l'interesse dei particolari.

Supponendo che si abbia un fiume più alto delle campagne che si vogliono irrigare, senza curarsi della distanza, purchè non sia eccessiva, e non s'incontri per via un ostacolo insoperabile per la condotta delle acque che si vogliono derivare, sceglierassi rimontando questo fiume, il punto di elevazione più proprio all' origine del canale, onde condurre le acque al punto più lontano dal precedente, dando a questo canale un pendio ed una larghezza proporzionata al suo uso, il che può essere determinato soltanto dietro l'ispezione dei luoghi per mezzo di piante ed esatte livellazioni. Siccome questo canale deve essere accompagnato da varie braccia, che forniranno l'acqua ai canaletti d'irrigazione, si farà ad essa seguire i fianchi ove si possa sostenerne l'altezza dandogli un pendio che mantenga sempre le acque ad una elevazione più grande di quelle che avrà il fiume a misura che si allontana dal luogo ove saranno prese le acque. Voglio dire per esempio, che se il letto di questo fiume avesse una linea di pendio ogni tesa lineare, non dandone che la metà a quello del canale, quest' ultimo alla distanza di 200 tese si troverà più elevato di 8 pollici e 4 linee che non è il letto del primo preso alla stessa distanza; fu la qual cosa si osservi che i fiumi più rapidi non hanno nel loro corso uniforme che due linee di pendio ogni tesa ovvero 16 pollici ed 8 linee ogni 100 tese, e che quando ne hanno di più sono considerati come torrenti. Non si avrà dunque da far altro che esaminare qual cantone si potrà irrigare lungo il canale, osservando di allargarlo in proporzione del cammino che gli si farà fare e del pendio che si darà ad esso, non dimenticando che l'acqua aumenta di volume in proporzione del pendio che le si toglie, art. 983, 984, cioè che se per esempio si diminuisce di una metà l'acqua correrà meno veloce; ma aumenterà quasi di una metà l'altezza; al che si deve ben osservare per tema di ritirarne più che non si vorrebbe, o di non averne abbastanza.

Per giudicarne basterà conoscere la quantità di paese che ne può approfittare e stabilire coi particolari quanto dovranno contribuire per ciascheduno per l'indennizzo delle terre che dovrà occupare il canale in ragione del vantaggio che ne ritrarranno: il che saprassi dopo aver determinato il prezzo dell' irrigazione di un jugero su quello della spesa totale dell' opera.

1194. Primieramente bisogna levare una mappa del terreno e accompagnarle delle necessarie livellazioni, i cui punti principali saranno marcati stabilmente sui luoghi stessi con segnali che si possano trovare nel tempo dell' esecuzione, affinchè servano a regolare la condotta di quelli che sarebbero incaricati dell'opera; d'altronde si conformerà a quanto fu insegnato nel capitolo settimo di questo quarto libro, circa a quanto si può riferire all'esecuzione del progetto d'irrigazione.

Si deve preparare la superficie del terreno che vuolsi irrigare e accomodarsi alla figura del paese ed alle sinuosità a cui si dovrà costringere il canale di modo che le acque possano spargersi dovunque nelle braccia necessarie ai fondi; si aprono e si chiudono queste braccia o canali particolari con picciole chiaviche a paratoie, che si collocano pure di spazio in spazio per facilitare le distribuzioni che si fanno il più spesso con picciole bocche ove non può passare se non la quantità d'acqua che deve appartenere a ciascuno. Non ho veduto nulla di meglio inteso a tale riguardo come nei cantoni Svizzeri e nella Provenza. Bisogna sopra ogni cosa dare alle braccia che si tireranno dal grande canale ed ai rigagnoli che partiranno da questa braccia, la larghezza e le profondità proporzionate alla quantità d'acqua che vi si farà passare rispetto alla sua velocità ed al tragitto che dovrà fare. Occorre più arte che non si crede a fare equabilmente questa distribuzione, acciò un fondo non sia punto favorito a scapito di un altro; tuttavia se ne viene a capo agevolmente conoscendo appena le regole fondamentali d'Idraulica. Siccome nel terzo capitolo del primo libro di quest'opera ho insegnato tutto ciò che si poteva dire d'essenziale su la misura delle acque correnti, vi rimando per brevità. Aggiugnerò soltanto che se non vi fosse fiume nel paese che si vuol irrigare, ma s'incontrassero nel vicinato molte sorgenti che si potessero raccogliere in un serbatojo come si è fatto in quello di Saint-Fariol, art. 1088, bisognerebbe del pari sostenere le acque con una diga e formare un canale per condurle in tempi di siccità ai termini della loro destinazioni.

È essenziale stabilire una buona polizia per la distribuzione delle acque onde regolare il tempo di darle e quello di serbarle. Questa polizia è già a bastanza osservata bene nella maggior parte de'luoghi ove si fanno delle pubbliche irrigazioni; quindi vi si potrà conformare aggiungendo o togliendo ciò che si crederà conveniente alle circostanze de' luoghi, perciò, non mi trattengo.

1195. Non basta avere delle acque che si possano condurre per l'irrigazione delle terre, basta prima di tutto sapere se vi sono acconcie, e se mai doverebbero più nocive che vantaggiose; del che potrassi giudicare esaminando l'effetto che producono nei cantoni ove si spandano. Siccome potrebbe succedere che sieno buone risalendo verso la loro sorgente e che divengano cattive scorrendo in terreni che le guastano; il mezzo più sicuro di conoscere a che devesi attenere a quello di sperimentare l'effetto che produrranno quelle che si prenderanno sopra il punto di derivazione spargendole su le piante dei luoghi che si vorrà irrigare tale sperienza farà vedere quanto bisogni essere circospetti prima di venire all'esecuzione di un progetto d'annaffiamento.

Gautier nel suo *trattato su la costruzione delle strade* riferisce che essendo stato incaricato da Arnon intendente generale della marina ad esaminare se vi fosse un mezzo di derivare delle acque dal Rodano o da qualche altro fiume per condurle in una sua terra nella contea di Avignone riconobbe dopo molte livellazioni che non se ne poteva avere che dal fiume Aignes che passa presso Orange. In conseguenza fece uno stato della spesa per un picciolo canale che dapprima servirebbe di saggio onde vedere se arrivano alla loro destinazione, e che poscia si allargherebbe riconosciutane l'utilità. Rimesso ad Arnon tale progetto ei lo fece eseguire e

le acque del fiume giunsero effettivamente a Rochegarde, per irrigarvi un cantone arido, ove non cresceva che poca erba; ma qual fu la maraviglia di Arnoo, quando un anno dopo si accorse che le acque di qoesto fiume sparse sul terreno che s'irrigava, impedivano che l'erba vi crescesse e facevano perire le piante che innaffiavano. Si cercò la cagione di sì fatale evento e si conobbe che proveniva da una terra, bianca come la creta, onde erano impregnate le acque, la quale portava la sterilità ovunque fermavasi.

1196 Il vizio più comune delle acque che si tirano immediatamente dalle montagne è quello di essere troppo crude e perciò capaci di recare più pregiudizio che vantaggio alle terre che irrigano. Quando se ne trovano di simili fa d'uopo all'origine di ciascon rigagnolo di distribuzione fare un bacino in cui possano trattenersi prima di farne uso affinchè si raddolciscano. Se non si ha luogo acconcio per tali bacini o non si voglia perdere la coltivazione del terreno che occuperebbero, ogni privato potrà far passare a traverso di un ammasso di letame l'acqua che gli apparterrà per fargli cangiar qualità. D'altronde le parti di letame saranno anch'esse traaportate e diffuse per tutto il terreno che si adacquerà; perciò bisogna di tempo in tempo rinnovarne l'ammasso. Se nei cantoni dove passa il canale si trovassero delle terre marnose atte ad ingrassare i campi, bisognerebbe, se puossi, senza che faccia un giro vizioso, condurlo per questi luoghi onde bonificarne le acque; per opposta ragione dovrassi star bene in guardia di non far passare lo stesso canale in un terreno avente qualità perniciose, insomma bisogna studiarne la natura e regolarsi in conseguenza di ciò.

1197. Vi sono pochi paesi che non abbiano bisogno di essere irrigati, qualunque ne sia la situazione, perocchè le pioggie tal talvolta cadono troppo presto ed altre troppo tardi, e più di spesso male a proposito, d'onde risulta gran danno ai beni rurali, il che produce talvolta la ruina di tutto un paese. Non si può rimediare al primo di questi due inconvenienti; ma, ci resta almeno il vantaggio di correggere il secondo per mezzo dei canali d'irrigazione: non è molto il potersi preservare dalla metà del male? Non vi è in Francia paese più freddo e soggetto all'umidità del Delfinato Alto, perocchè è pieno di montagne cariche di neve quasi per tutto l'anno, e contro le quali si rompono le nubi ed ove l'inverno in tutto il suo rigore dura almeno sette mesi. Tuttavia non vi è luogo ove s'irrigano le terre con più accuratezza e da cui si tragga miglior partito. Del pari nei Paesi Bassi, ove è noto essere abbondanti le acque, non si è meno attenti a rimediare ai danni che possono cagionare le grandi siccità riempiendo d'acqua le fosse onde sono sparse le campagne.

Se in climi così diversi si ha duopo dell'irrigazione, si può conchiudere che ve ne sono pochi ove non sia assolutamente necessaria. Infatti non v'ha nulla di più vantaggioso del poter convertire le terre coltivabili in prati e viceversa. Quando si può cangiare in una prateria un pezzo di terra apoverito dal produrre le biade, esso diviene molto migliore alcuni anni dopo, purchè si possa irrigare; del pari quando la terra di un prato si smove, il che è un segno certo che si lascia riposare, rimettendola in lavoro per quattro o cinque anni, essa produce biada in abbondanza. D'altronde questa mutazione dà luogo a mantenere ed allevare molto bestiame di cui è nota abbastanza l'utilità.

1198. Nulla prova meglio il vantaggio che si può trarre da un canale

d'irrigazione dell' esempio offerto dalla pianura di Crau in Provenza fra Arles e Solon; questa pianura, lunga 6 leghe e larga all' incirca tre, è così coperta di ciottoli che non vi si vede quasi la terra. Un certo Adamo di Crapone gentiluomo Provenzale, che si rese molto celebre pel suo sapere, onde meritò la confidenza di Enrico II, di cui era ingegnere delle fortificazioni, avendo riconosciuto con livellazioni che la Durenza presa vicino al villaggio della Roque a sei leghe sopra la sua imboccatura nel Rodano era molto più alta di questa pianura, fece fare nel 1558 un canale che oggi pure chiamasi Crapone dal nome del suo autore per irrigare un paese così arido. Infatti ei pervenne con moltissimi rigagnoli trasversali a far nascere l'abbondanza in un cantone che non ne pareva suscettibile; vi si seminarono poscia dei grani nei luoghi più favorevoli, e gli altri producono fra i sassi dell' erba sucosa che serve a nudrire gran numero di armenti. Di là questo canale avendo attraversato sopra un acquidotto il territorio d' Arles sbocca nel Rodano ad un quarto di lega dal lato meridionale di questa città, dopo aver dato moto a varj mulini; ciò che v'ha di curioso si è il vedere che sotto l'acquidotto di questo canale irrigatorio passa un altro canale per lo scolo delle acque del territorio.

1199. Mentre parliamo della Provenza, di cui è nota la sterilità delle campagne per le frequenti siccità che vi regnano, non sarà fuori di proposito parlare di un altro canale d'irrigazione proposto dallo stesso Crapone. Questo progetto è stato rinnovato molte volte d' allora in poi, e ai nostri giorni da Floquet Provenzale, capacissimo di condurlo alla sua perfezione, se si giudica dagli scritti da lui pubblicati in tale occasione. Questo progetto si riduce a derivare delle acque della Durenza in un luogo presso il Bac di Mirabeau a traverso della roccia di Canteperdrix. Là questo fiume è costeggiato da due roccie elevate di cui fa parte quella di Canteperdrix; *vantaggio unico, dice Floquet, che renderà sempre immutabile la presa delle acque e fuori del pericolo di tutte le inondazioni cagionate da questo fiume*, il canale che le riceverà e che si ha in animo di rendere navigabile avrà il suo corso pel territorio di Joucques, Peyrolles, Meirargues, Venelles, le Puy, Arnajon, Saint-Esteve, Janson, Rognes, Saint-Canat, Equilles, e sopra la città d' Aix, e di là sarà condotto per quelli di Tholonnet, Meyreueil, Gardanne, Bouc, Cabries e Septemes fino a Marsiglia, ove sboccherà nel mare. Rimase però finora ineseguita, non già che non siasi sentita tutta la possibilità ed i vantaggi che ne risulterebbero; ma la spesa di più di 6 milioni che costerebbe non è picciolo ostacolo da superarsi.

1200. Nel modo che la Compagnia aveute il progetto d' intraprendere questa grand' opera intende effettuarla, basterà avere una porzione di questa somma per essere certi di terminarla entro 6 anni; perocchè procurerebbe delle entrate a misura dell' avanzamento, potendo ciascuna parte successivamente formare essa pure un canale compiuto le cui acque potranno essere impiegate alle irrigazioni, mentre le acque superflue si scaricheranno nei diversi torrenti che attraversano la via che deve seguire tutto il canale. In conseguenza la compagnia ha diviso la proprietà del privilegio di essa ottenuto dal re e le entrate che calcola di cavare dal canale, in nove mila e seicento azioni, che si distribuiranno per sottoscrizione fino alla concorrenza di 3200 di tali azioni in ragione di 600 lire l'una. Quelli che saranno

proprietari di tali azioni diverranno membri della stessa Compagnia, e parteciperanno in perpetuo a tutti i redditi che questo canale e quelli da esso dedotti potranno produrre; con questo mezzo si giungerà forse ad avere i fondi necessari per intraprendere un progetto sì utile.

Vedesi che il reddito di questo canale sarà fondato principalmente su la quantità d' acqua che si dispenserà di continuo, e che si valuta a più di quattrocento mila *canons d'un denier*, misura usata in Provenza eguale ad un mezzo pollice comune di acqua più un quattordicesimo. Da questa quantità Floquet dedusse sei mila *canons* per le vaporazioni cagionate per le vaporazioni cagionate dal sole e dai venti, e d'una quantità eguale per le traspirazioni che succederanno soltanto duranti alcuni mesi, finchè i pori della terra sieno turati dalla belletta e dal limo da cui è quasi sempre piena l'acqua della Durenza, il che potrà quindi migliorare le terre pei luoghi ove diffonderassi.

Ma eccomi giunto al termine a cui mi son proposto di spingere quest'opera; confesserò ingenuamente che mi è costato molta fatica, e che soltanto lo zelo pel pubblico bene ha potuto sostenere la mia costanza per trantaquattro anni che mi occupo di essa. Desidero che corrisponda alla fine per cui l'ho intrapresa e che serva a perfezionare sempre più una parte così utile dell'umano sapere.

FINE DEL TOMO SECONDO E DELLA PARTE SECONDA.

TAVOLA DELLE MATERIE

CONTENUTE NEL SECONDO TOMO DELLA PARTE SECONDA

LIBRO III.

DELLA COSTRUZIONE DI TUTTE LE OPERE APPARTENENTI ALLE PIAZZE MARITTIME.

CAPO I.

CAPO II.

CAPO III.

CAPO IV.

CAPO V.

CAPO VI.

CAPO VII.

Sezione I.

Sezione II.

Sezione III.

CAPO VIII.

Sezione I.

SEZIONE II.

SEZIONE III.

CAPO IX.

CAPO X.

Sezione I.

SEZIONE II.

CAPO XI.

Sezione I.

Sezione II.

Sezione III.

CAPO XII.

Sezione I.

Sezione II.

Costruzione delle forme pei porti del mediterraneo, principalmente di quelle per le galere. . . . *Pag.* 158

CAPO XIII.

Del modo di trar partito dal corso delle acque nelle operazioni di guerra, di assedj, e di campagna . . . . » 165

Sezione I.

In cui si descrivono alcune chiaviche atte ad innondare, adoperate nella difesa di Menin prima della sua demolizione . . » ivi

S e z i o n e II.

Sezione III.

LIBRO IV.

DEL MODO DI RENDER NAVIGABILI I FIUMI, DI COSTRUIRE I CANALI DI NAVIGAZIONE, D'IRRIGAZIONE, E DI SCOLO.

CAPO I.

Sezione I.

Sezione II.

In cui si esamina l' azione del corso dei fiumi sul fondo e sulle sponde. Pag. 197

Sezione III.

Effetti che producono i pennelli costrutti nei fiumi, d' onde si deduce il metodo di ripararne i guasti. . . . . . . » ivi

CAPO II.

CAPO III.

Delle chiuse atte a facilitare la navigazione nei fiumi. . » 227

CAPO IV.

CAPO V.

CAPO VI.

CAPO VII.

Sezione I.

Sezione II.

CAPO VIII.

CAPO IX.

CAPO X.

Sezione I.

Dei ponti giranti e di quelli a cerniera.

Sezione II.

CAPO XI.

Che contiene massime sulla costruzione dei ponti a muratura.

CAPO XII.

CAPO XIII.

Modo di diseccare i luoghi acquosi e di metterli in istato d'esser coltivati.

CAPO XIV.

FINE.

Vol IV N°4.

MAR

MEDITERRANEO

GRAN RADA

Capo Bruno

Lyoulier F.

Spazio dinanzi al porto

PROGETTO PER LA RADA DI CHERBOURG

Isola

Pele

Rocca dell' Hommet

LA MANICA

Villaggio della Hoult

Battaglia inc.

Corpo di Guardia

Sviluppo d' una Gettata di Legname sul far di quelle che erano anticamente al porto di Dunkerque

A. Pali di 9 a 10 pollici. B. Panconi di 13 a 14 pollici. C. Travi orizzontali di 12 a 13 pollici. D. Travi orizzontali di mezz
F. Croce di S. Andrea di 7 a 9 pollici. G. Puntelli di 7 a 9 pol. H. Pali di 9 a 10 pol. I. Pali di commessura di 10 a 11 pol. K. Traverse a
M. Rivestimento di 4 pollici. N. Testa di 9 a 11 pol. O. Assicciuole di 4 a 6 p. P. Rivestimento del Ponte di 3 p. Q. Pali di precauzione
S. Sommità della fascinata.

Scala dei pezzi di legn

6 p.i. 2 3 4

Fig. 1. N

Fig. 2. K

Fig. 5. K I K b b I

Fig. 6. E

Fig. 7. G H G

Fig. 8. b K

Fig. 9. D C C C

Fig. 10. F H Fig. 10. F

Fig. 11. C C

Fig. 12. a B

Fig. 13. I I C B

Fig. 14. A D G B E C G

Fondazione a Cassa Prismatica

Fig. 15. X T R P M I V G G G G G G

Pianta del vecchio terrapieno adjacente alla Gettata d'Ovest di Dunkerque

Sezione sulla lunghezza del Villafango.

Altra metà veduta d'alto in basso.

...mo del Terrapieno.

...olla Rada.

Sezione sulla A B

Sviluppo dell' antic

Fig 1.

A

B

Scala

Fig. 4.

Indice natante

Scala dell'Indice

Vol IV. N.° 16.

Sezione d'una Scogliera di legname.

Fig. 1.

Massimo livello delle acque vive

Massimo livello delle acque morte

Fig. 2.

Fig. 3.

Pianta dei Sotterranei

Sviluppo dell' antico Forte Bianco di Dunkerque

Scala del Profilo del Forte

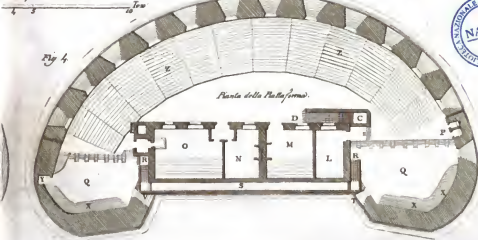
Fig. 2

... delle pianta del Forte

Fig. 4

Pianta della Piattaforma

Bassoglia inc.

Pianta della Piattaforma su la Rocca

Pianta
del pian terreno

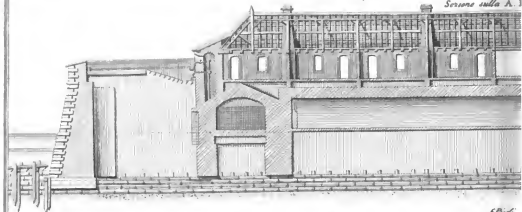
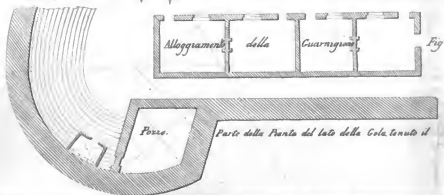
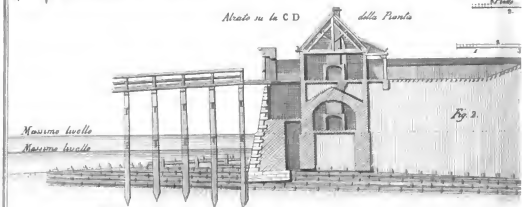
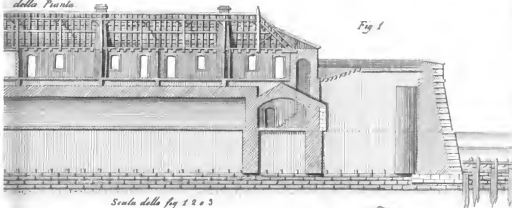
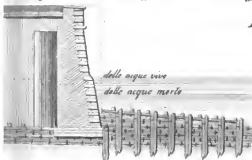
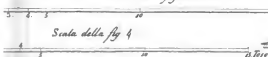
Fig. 5.

Piante dei varii piani della Torre di Corduan

Fig. 2.

Pianta del 1 piano

Fig. 3.

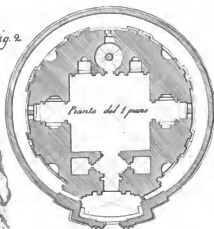
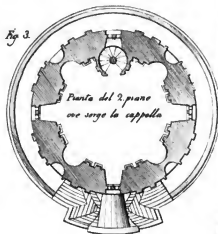
Pianta del 2. piano ove sorge la cappella

Pianta del loggiato intorno alla cupola

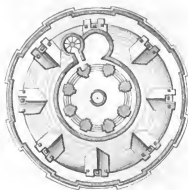
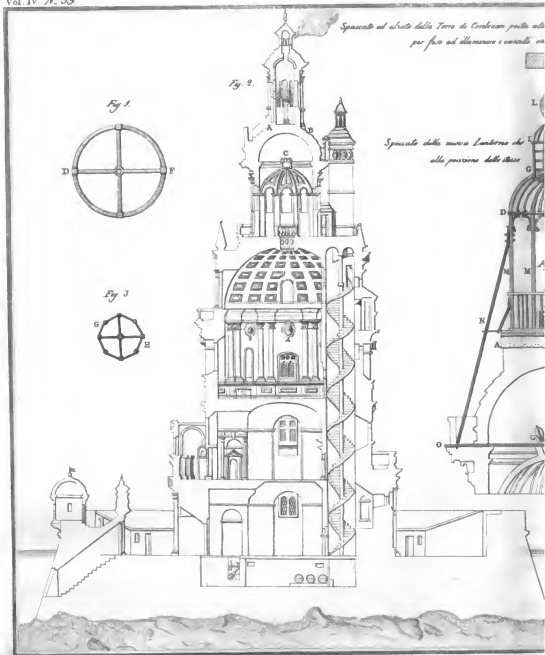
Fig. 4.

Pianta del loggiato intorno alla lanterna

Fig. 5.

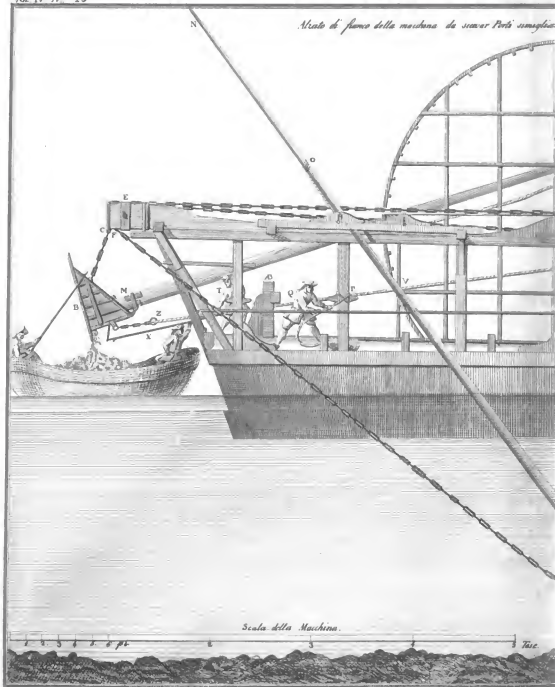
Scala delle Piante, Alzati e Spaccati.

1 2 3 4 5 10 Tese

Basingher inc.

Alzato di fianco della macchina da scavar Porti semplice.

N O E C F M B Z X T Q P V

Scala della Macchina.

1. 2. 3. 4. 5. 6 pi. 2 3 4 5 Tese.

...e a quella adoperata a Tolone.

&

N

O

G

T

S

T

V

R

B

M

D

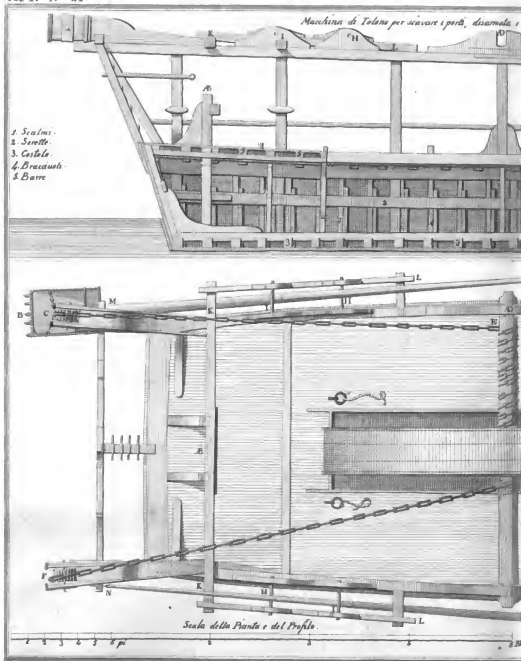
A

Bassaglia inc.

Macchina di Tolone per scavare i porti, disarmata e

1. Scalmi.
2. Serette.
3. Costole.
4. Bracciuoli.
5. Barre

Scala della Pianta e del Profilo.

Tav. XXI.

guernita, presa sulla lunghezza del Puntone.

Pianta veduta d'alto in basso della stessa Macchina.

Balsaglia inc.

Alzato del Ponte visto al di dietro

Fig. 2.

Fig. 3.

...servente alla costruzione delle opere di mare.

...o in basso.

Fig. 4.

Fig 5.

Fig. 6.

Bassaglia inc.

Sviluppo d'una Macchina da scavare in fondo all' acqu[illegible] fondamenti.

Fig. 1.

Pianta superiore della macchina.

Fig. 2.

Scala delle fig. 1.a e 2.a

1 2 3 4 5 6 Piedi

Scala della fig 3ª

1 2 3 4 5 6 12 Piedi

Alzato di fianco della machina da affondare lo Smalto.

Fig. 3.

Rasseghia inc.

Vascello tirato a terra sur uno Scalo per ra

I

H

G

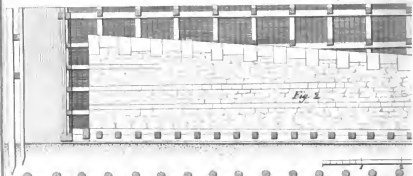
F

M

Scala della fig. 1

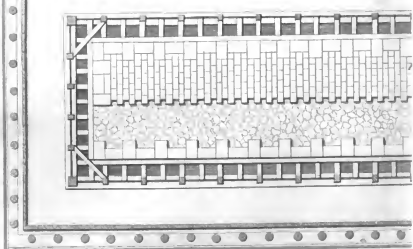
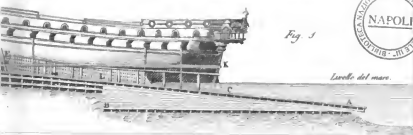
1 2 3 4 5 10 20 Tese.

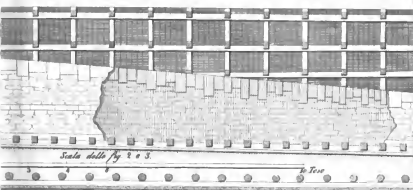
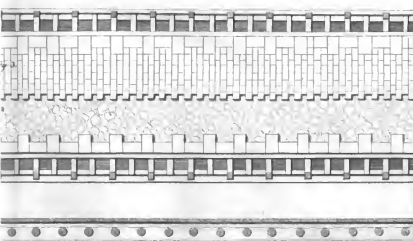
Sezione pel lungo d' uno Scalo

Fig. 2

Pianta della parte superiore

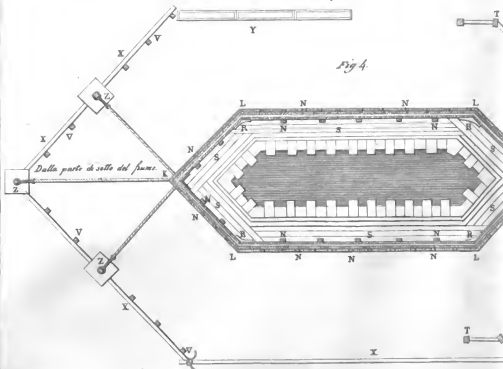
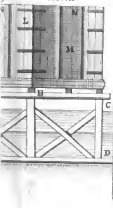
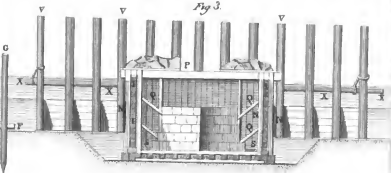
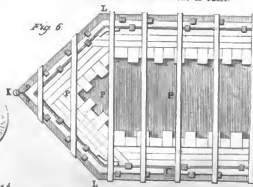
Tav. XXVII.

...conciarlo.

Fig. 1

Livello del mare.

...chiuso nel Cassone circondato da una tura

Scala delle fig. 2 e 3.

10 Tese

...d'uno Scalo contenuto nel Cassone

Bassaglia inc.

Cantiere per la Costruzione dei vascelli ad
Profilo ed Elevazione del Cantiere corrispond
H
F
H
G
F
H
F
H
9
Pianta del
9
F
Scala
6 pi 2 3 4 6.

...*liazione di quei di Marsiglia.*

...*te alla sua lunghezza.*

H P H D F G E

A H E H D G G F D F B

...*Cantiere.*

10. 15 *Tese.*

Bassaglia inc.

Rio de Guebres

Vol. IV. N.° 33.

Pianta d'un nuovo Metodo per difender le Piazze col

Fig. 1.

Sezione d'una Capponiera col

Scala del Profilo.

5 10 20 30 40 50 100

…rezzo delle acque relativo alla terza Sezione del capitolo XIII

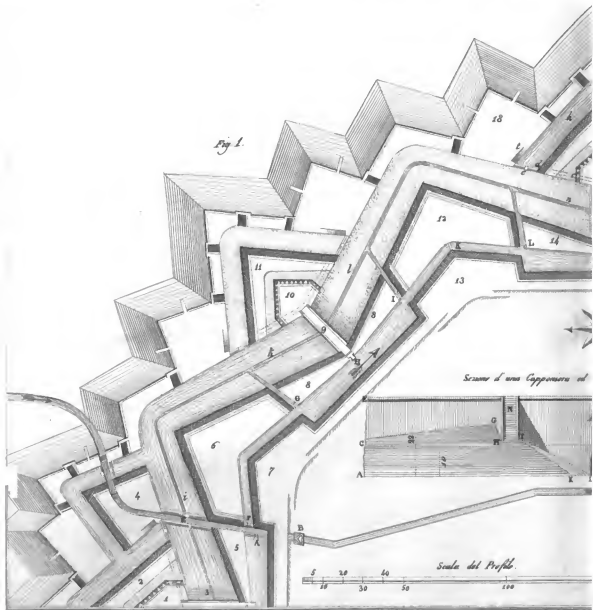
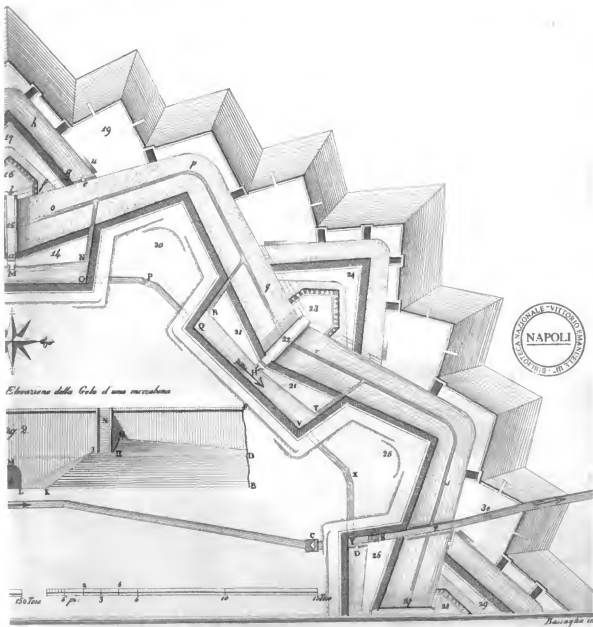
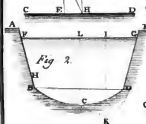
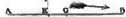
Elevazione della Gola d'una mezzaluna

Disegni relativi alla teoria ed all' uso de Pignoni per rompere il p

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

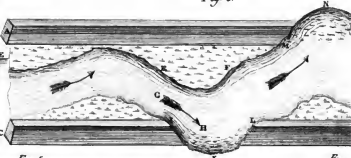
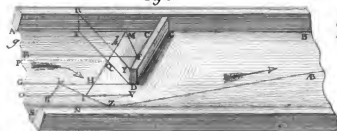



Fig. 5.

Fig

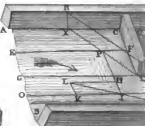



Fig. 8.

Fig. 9

Fig. 11.

Fig. 12.

...gresso dei guasti nei fiumi.

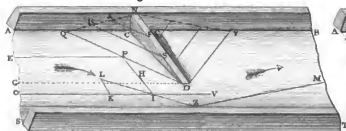
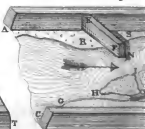
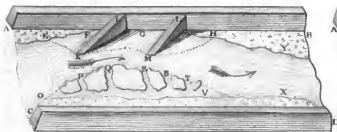
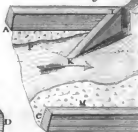



Fig. 4.

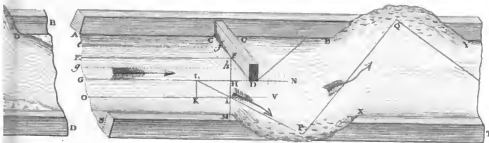



Fig 7

Fig 10

Fig 13

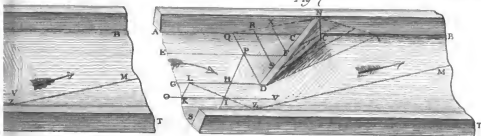
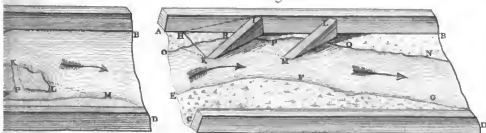
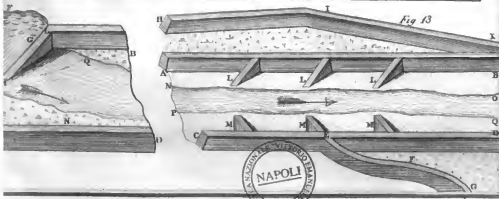
Bassaglia inc.

Pianta dei varj Pignoni che possono costruirsi a norma

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 6.

Parte del Pignone da farsi.

Radice

Fig. 9.

Fig. 10.

situazione dei luoghi.
Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 8.
Pianta d'un Pignone in parte fatto.
Radice.
Fig. 11.
Bassuglia inc.

Modo di adoperar le fascinate per pianta

Pianta del primo letto di fondazione d'un Pignone

Fig. 12.

Pianta del secondo letto di fondazione

Fig. 13.

Fig. 16.

ll'acque d'un posto acquatico.

Tavolato E F

Fig. 2.

Fig. 3.

Uscita delle Acque

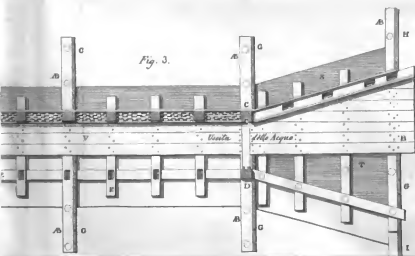
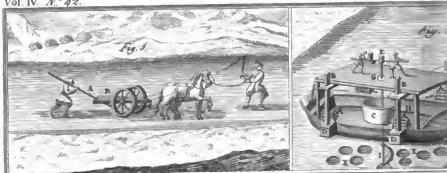
Fig. 4

Spaccato ed rispondente CD della

alzato cor. all'ingresso armatura.

Bassaglia inc.

Fig. 1.

Fig.

Ponte girevole per agevolare la navigazione dei pi

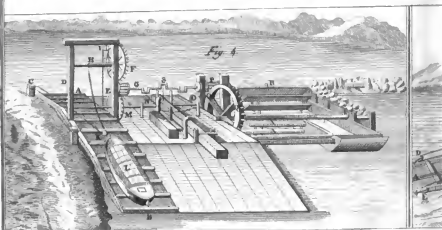



Fig. 4.

Uso delle Ruote a punte per .

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

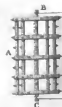
Fig. 3.

di fiumi con parecchi modi d'approfondarli

Fig. 5.

cavar fiumi e canali.

Giacomo Baroglio inc.

LA FERE
Foresta di Coucy.
Oise F.
Canale
Canale
CHAUNY
La Delette F.
Oise F.
Oise F.
Magny Guiscard
Bassaglia inc.

Chiusa inferiore all' insu del fiume.

Fig 3.

...use superiore ed inferiore

Chiusa infer...

...olar la salita e la discesa dei battelli

...periore veduta all' insu del fiume.

Vol.IV

Fig. 1.

Chiusa

A

...sulla lunghezza della Chiusa. Figura 1.

Pianta della chiusa veduta al disotto del Pavimento.

Fig. 4

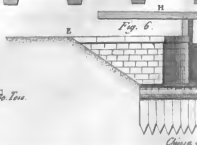
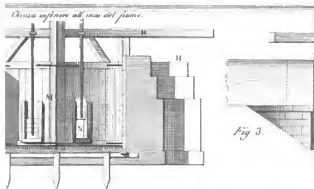
Bessaglia inc.

Sviluppo della chiusa d'un bacino per canale di navigazione

Fig. 1

Pianta della metà della Chiusa veduta sotto il pavimento.

Fig. 2

...ulla lunghezza della Chiusa.

Figura 1.

Pianta della chiusa veduta al disotto del Pavimento.

Fig. 4

Bevaglia inc.

Sviluppo della chiusa d'un bacino pei canali di navigazione

Fig. 1

Pianta della metà della Chiusa veduta sotto il pavimento.

Fig. 2

Alzato dell'Acquidotto di Trebes su cui passa il Canale di Lingu

Fig. 1.

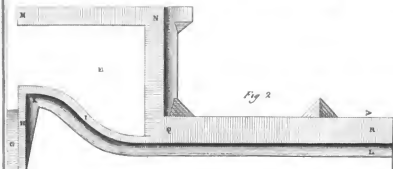
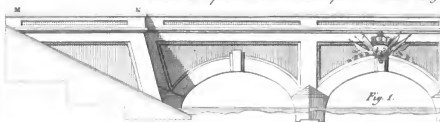
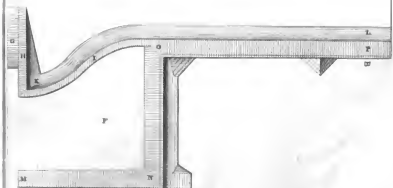
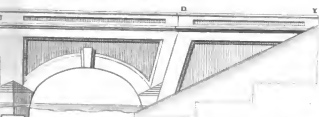
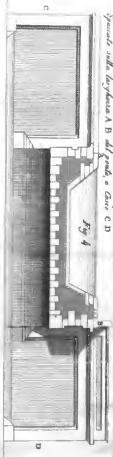
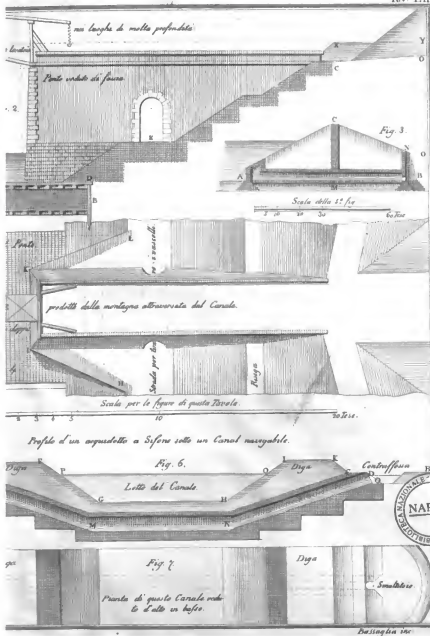
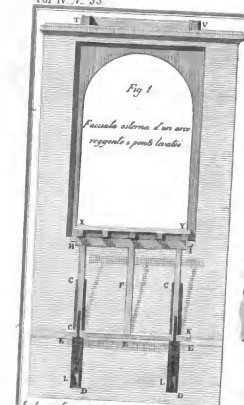
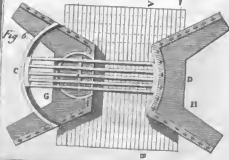
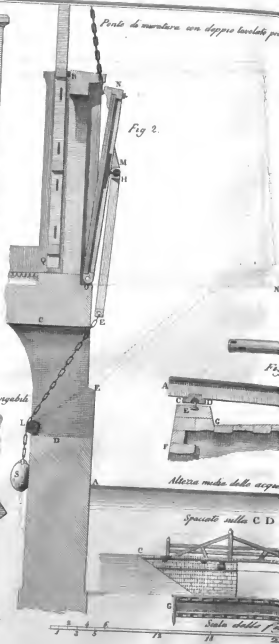
Fig 2

Pianta della metà del ponte veduta d'alto in basso.

l passaggio de Bastimenti all' emboccatura d' un fiume

Fig. 3.

r. 4.

Fig. 7.

d' un fiume

del ponte.

ure 1. 2. e 3.

48. Piedi.

Bassaglia inc.

Profilo ed Alzato del Ponte girevole della gran chiusa di Cherburgo.

Fig 2

Incassamento d'una metà del Ponte girevole

Bassaglia inc

Modo di descrivere il ponte girevole.

Fig. 7.

Sviluppo

Fig. 10.

e degli attrezzi del ponte girevole della Chius

Fig. 55.

53.

Ponte a quattro rami nell' incontro

Canale di comunicazione

Strada per la comunicazione

Canale di comunicazione

dei canale navigabile d'Ardres a Calais.

d'Ardres al forte Brulé.

interna del Paese.

da S. Omer a Calais.

6 pi. 12 18 24 pi.

Bassaglia inc.

Fig. 1

Spaccato su la

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4

Fig. 5.

Scala di questa Tavola

Tese